This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

9. .

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11289296 A

(43) Date of publication of application: 19.10.99

(51) Int. CI

H04B 10/02

G02F 1/11

H04B 10/17

H04B 10/16

H04J 14/00

H04J 14/02

(21) Application number: 10090383

(22) Date of filing: 02.04.98

(71) Applicant:

FUJITSU LTD

(72) Inventor:

ONAKA HIROSHI MIYATA HIDEYUKI **OTSUKA KAZUE** KAI TAKETAKA NAKAZAWA TADAO CHIKAMA TERUMI

(54) OPTICAL TRANSMISSION EQUIPMENT. OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND **OPTICAL TERMINAL STATION**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical wavelength multiplex network using an AOTF and having high reliability and high cost performance and a device to be used for the network.

SOLUTION: In the case of constituting an OADM device in an OADM system, an AOTF 10 is used. The AOTF 10 can select an optional wavelength by changing the frequency of an RF signal to be impressed. The AOTF 10 can drop an optical signal of specific wavelength out of a wavelength multiplex optical signal inputted from an input or synthesize a wavelength multiplex signal inputted from an addport with a through optical signal. In practical device constitution, it is realistic to use the AOFT 10 only for drop while considering the incremerat of coherent crosstalk. Or in another method, a dropped optical signal is branched by a photocoupler, wavelength is selected by a tributary station and the wavelength selected by the tributary station is

extracted from a through optical signal by the AOTF 10.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

		•				
						•
			١,			
-						
						÷
				,		
					w	

(43)公開日 平成11年(1999)10月19日 特開平11-289296

			H61 K/01 (6661) + 1177/1 H 107 (61)
(51) Int C.1 •			
	The state of	_	
H04B	10/02	H04B	n 00/6
G02F	1/11	G 0 2 F	11/1
H 0 4 B	10/11	H 0 4 B	; 00/d
•	91/01	*	
HOAL	10/10		ш
	またの 審査制水 未削水 請求項の数43	č	(\$4.1四种世(四〇四个)
			(元のの人) 現代は「記し」
(21) 出願番号	特顏平10-90383	(71) 出願人	000005223
			富士通株式会社
(22) 山瀬日	平成10年(1998)4月2日		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
	•		4
		(72) 発明者	題中 第
			种奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
			身 富士通株式会社内
		(72) 発明者	宮田 英之
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
			身 富士通株式会社內
		(74)代理人	并理士 大曹 義之 (外1名)
			最終質に続く

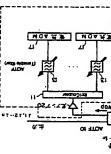
.(54) 【発明の名称】光伝送装置、光伝送システム及び光端局

ーマンスの良い光波長多盅ネットワーク及びそのための **[課題] AOTFを使用した信頼性、及びコストバフォ** 装図を提供する。

加するRF倡号の周波数を変えることによって、任意の 故長を選択することができる。入力がら入ってきた故長 [解決手段] OADMシステムにおいて、OADM装置 を構成する際、AOTF10を使用する。AOTFは印 多重光倡号の中から特定の故長の光倡号をドロップした り、アドポートから入力された故長多重信号をスルー光 **信号と合政することができる。ただし、コヒーレントク** ロストークが大きくなることを考えて、実際の装置構成 においては、AOTFをドロップ専用に使用することが 現実的である。あるいは、他の方法においては、ドロッ ブ光信号は光カブラで分岐し、改長をトリピュータリ局 で遺択するようにし、トリピュータリ局で遺択された波

是をAOTFでスルー光信号から抽出するようにする。

AOTF L HVE DADM级 医口唇本的原理主尽才因



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

[特許請求の範囲]

請求項1】WDM通信システムにおいて、任意の改長 の光信号を分岐したり、挿入したりする光伝送装置であ

分岐・挿入すべき光信号のうち、一部の光信号について の分岐・挿入動作を行う第1の可変波長選択フィルタ

第2の可変改長選択フィルタとの少なくとも2つの可変 分岐・挿入すべき光信号について分岐・挿入動作を行う 前配第1の可変波長選択フィルタで選択されなかった、 **收長選択フィルタを備え、**

光信号の全てを分岐または挿入することを特徴とする光 复数の可変政長選択フィルタを用いて分岐・挿入すべき

くは版AOTFを複数段カスケード接続したものである [請水項2] 前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ は、表面弾性波の作用を利用した1個のAOTF、もし ことを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。

る改長と前記第2の可変改長選択フィルタで処理する波 【請求項3】 前記第1の可変波長選択フィルタで処理す 長が分岐・挿入されるべき光信号の波長を短波長側から 番号を付けたときの奇数番目と函数番目の放長に対応す る故長であることを特徴とする請求項1に記載の光伝送

では分岐の機能だけを持ち、挿入すべき光倡号を第1及 び第2の可変波長選択フィルタを透過した透過光信号に 【開水項4】前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ 光合液器を用いて合波させることを特徴とする請求項1 に配載の光伝送装置。 【精水項 2】 前記第1の可変改長選択フィルタで分岐さ れた光倡号と、前配第2の可変波長選択フィルタで分岐 された光信号とを合政する合波器を備えることを特徴と する崩水項4に配載の光伝送装置。

ജ

に開盤するように構成されたことを特徴とする肌水項5 |請求項6|| 前記第1の可変故長選択フィルタの分岐光 ッテネータを持ち、これにより前配第1の可変故畏遠択 を出力するポートと、前記第2の可変改長選択フィルタ フィルタの分岐光信号のパワーを前配第2の可変被長退 の分岐光信号とを合設するための合波器の間に可変光ア 択フィルタの分岐光倡号のパワーとほぼ同一になるよう に配載の光伝送装置

に光スペクトルモニタを接続して、分岐された光倡号の 【請求項7】前配第1及び第2の可変被長選択フィルタ で分岐された光信号を合政する前配合政器の出力ポート **育無・故長・パワーを監視することを特徴とする請求項** 5 に記載の光伝送装置

[精水項8] 前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ

及び第2の可変波長選択フィルタ内部を光信号が伝播す の分岐されない光信号を出力する透過ボートに前記第1

特闘平11-289296

8

ことを特徴とする解求項1に配破の光伝送装置。

ワーを開盤することを特徴とする解水項2に配破の光伝 に入力する光信号のそれぞれの故長に対応するRF信号 の可変波長選択フィルタで分岐されない透過光信号のパ の印加パワーを開整することにより、前配第1及び第2 【請求項9】前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ

器と山力伝送路の間とに光増幅器を備え、伝送路の損失 と前記光伝送装置の損失を補償することを特徴とする制 【開水項10】 入力伝送路と前配第1の可変波長選択フ イルタの間と、挿入すべき光信号を合改する前配光合設 水項4に記載の光伝送装置。 2

によって光儁号が受けた分散を補償し、この分散補償器 【請求項11】入力伝送路と前記第1の可変波長選択フ 1ルタの間の光増幅器を、第1の光増幅器と分散補偽器 と筑2の光増幅器とから構成し、分散補償器では伝送路 の損失を第2の光増幅器で補償することを特徴とする額 水項10に配載の光伝送装置。

[請水項12] 前配第1または第2の光増幅器の入力部 あるいは出力部にカプラを備え、眩カプラによって分岐 **故長・パワーを監視することを特徴とする請求項10又** された分岐光をモニタすることにより、光倡号の有無 は11に記載の光伝送装置。 20

【請求項13】 前配第1の可変被長選択フィルタの前段 に分波器を持ち、放分波器により伝送されてきた光信号 の一部を分岐して、分岐された光間号を受信する端局に 送信し、削配第1及び第2の可変波長選択フィルタは次 段のノードに伝送すべき光信号をスルー光信号として透 過ポートに出力し、改段のノードに伝送すべきでない信 号を分岐光信号として遊択ポートに出力することを特徴 とする開水項4に配載の光伝送装置。

及び第2の可変故長選択フィルタに接続し、他の一方の ポートが予備の第1及び第2の可変改長遺択フィルタに 【請求項14】 前配第1の可要被長避択フィルタの前段 ルタに降費が生じた時にも抜1×2光スイッチを切り替 えて予備の第1及び第2の可変波長退択フィルタを使用 して伝送を行うことを特徴とする開水項4に記載の光伝 と前配光合波器の後段に1×2光スイッチを備え、核1 ×2光スイッチのポートの一方が通常使用する前記第1 接続し、通常使用する第1及び第2の可変波長遊択フィ \$

[請水項15] 前配第1の可変改長選択フィルタの前段 ッチのポートの一方が通常使用する伝送路に接続し、他 伝送路にゆ音が生じたときにも絞1×2光スイッチを切 と前記光合政器の後段に1×2光スイッチを備え、スイ の一方のポートが予備の伝送路に接続し、通常使用する り替えることにより予備の伝送路を使用して伝送を行う ことを特徴とする精水項4に配敬の光伝送装置。

【請求項16】 挿入されるべき光信号が伝送されて来て ることによって生じる區波分散を打ち消す手段を備える 50 いない場合にも、前記第1及び第2の可変改長選択フィ

ルタで仰入されるべき光信号に対応する波長の分岐操作 を行うことを特徴とする創水項10叉は11に配載の光

岐した光信身を受信し、挿入すべき光信身を放光伝送装 【精水項17】WDM光通信システムにおいて、分岐及 5、個人すべき光は身を分岐・個人する光伝送装置から分 聞に 伝送する 光端周 であって、 所定の彼長の光信号を、所留の数だけ合彼し、挿入すべ き光信号として抑配光伝送装置へ伝送する光合波器を備 えることを特徴とする光端局。

え、伝送路の分散を吸適に補償することを特徴とする腓 【静水項18】 前記光合波器の後段に分散補償器を備 **東項17に配做の光端局。**

る複数の光矾を備え、版複数の光쟁の出力光を合政する 【開水項19】 伝送に用いるすべての信号波長に対応す

以合政器による損失を補償する光増幅器と、

伝送に用いる最大の信号波異数を最大とする所組の数ま で光を分波する分波器と、

扱分波器により分波されたそれぞれの光について、所定 の光波及を選択する光可変フィルタと、

放選択された光に変勵信号を印加することで任意数任意 改長の光信号を生成し、前配光伝送装置に仰入すべき光 信号として伝送する手段と、を備えることを特徴とする 開水項17に配破の光端周

数層に伝送する光端周とからなる光伝送システムにおい 岐された光信号を受信し、挿入すべき光信号を販光伝送 [開水項20] 伝送路から伝送されてきた波畏多瓜光信 母のうち、所定の波長の光信号を分岐し、対応する波長 の光信号を抑入する光伝送装置と、放光伝送装置から分

放光伝送装置で分岐された光信号を必要に応じて増幅す る光焰幅器と

前記光端局は所定の光波長の俳号を選択して受信するこ 段光信号を所留の数までパワー分岐する光分波器と, 放光分波器の出力のそれぞれに光フィルタとを備え、

フィルタとし、前配光端局で任意の波長の光信号を選択 【梢水項21】 前紀分波器の山力のそれぞれに備える光 して受信することを特徴とする粉水項20に配収の光伝 フィルタを、選択政長を可変とすることのできる可変光 とを特徴とする光伝送システム。

【牌水項22】分波器の山力に備える可変光フィルタと して、1個のAOTF、もしくは版AOTFを複数段に カスケード接続したものを使用したことを特徴とする時 水項21に配破の光伝送システム。

よシステム。

身を分岐するための波長選択フィルタへの制御信号の印 カポートにモニタ用の分岐ポートを設け、光倡号の有無 【情水項23】 前配光伝送装置において、伝送路への出 **波長・パワーを監視すると同時に、所留の波長の光信**

加パワーを顕璧し、及び、光端局での挿入すべき光信号 を増幅する光増幅器の出力パワーを閲覧する制御手段を 前記制御手段は、モニタしている光信号の内の最小の信 **身パワーを有する彼長の光信号のパワーに他の故長の光** 信号のパワーを一致させるように制御することによりそ れぞれの光信号の伝送路出力パワーをほぼ一定に保っこ とを特徴とする賭水項20に配載の光伝送システム。

[酢水頂24] AOTF通過後の光周波数と光パワーを **逐깑モニタする光スペクトルモニタを備え、骸AOTF** を駆動するRF周破数とRFパワーにフィードバックを 故長と光パワーになるように制御を行うことを特徴とす かけることで、分岐・挿入される光信号が常に最適な光 る時水項2に配載の光伝送装置。

【臍水項25】 版AOTFの動作温度にフィードパック をかける温度制御回路を備え、

の故長及びパワーを逐次モニタした結果を用いて、眩温 べき光信号が常に最適な光政畏と光パワーとすることを **放光スペクトルモニタによる版AOTF通過後の光信号** 度制御回路が核AOTFを制御して、分岐・挿入される 特徴とする開水項24に配載の光伝送装置。 8

【請求項26】上りと下りの2システム分もしくは複数 使用する構成を持ったことを特徴とする請求項24に配 の箇所の光スペクトルをモニタするために光スイッチを 用いて 1 台の光スペクトルモニタへの入力を切り替えて

【請求項27】AOTFによって選択された選択光を光 カプラを用いて分岐し、フォトディテクタで光パワーを なるようにAOTFに印加するRF周波数もしくはRF TFの特性変動に追従可能なように構成されたことを特 モニタし、常にフォトディテクタの受光パワーが最大に パワーを制御し、光波長、光パワーの変動あるいはAO 散とする翻水項2に配破の光伝送装置。

ဓ္က

【請求項28】フォトディテクタで受光する隣に光波長 の中心位置を判別するため、あるいは最適RFパワーを ||別するために、RF||周波数に低周波重畳をかけること を特徴とする開水項27に配載の光伝送装置。 【開水項29】伝送路から光信号を分岐、あるいは伝送 路へ光信号を挿入する光伝送装置と、販光伝送装置から 光倩号を送信する娼局とからなる光ネットワークにおい 分岐された光信号を受信し、眩光伝送装置に挿入すべき

40

版端局の受信側の1嵌退択用AOTFに所定のRF周波 数を印加し、敗1被選択用AOTFが安定化したことを 確認した後に、販光伝送装置の分岐・挿入用AOTFに 所定のRF周波数を印加して所定の光倡号を分岐し、光 スペクトルモニタで所定の光信号が分岐されたことを確 Bした後、眩端局の1弦挿入用AOTFに所定のRF周 **皮敷を印加し、1 改挿入用AOTFの動作が安定し、且** つ、光スペクトルモニタで監視した挿入すべき光倡号が

所定の光波長と光パワーになるように制御した後に、放 **端局の光送信器を駆動するシーケンス処理を有すること** を特徴とする光伝送システム。

するかしないかに関わらず、スルーさせるとき以外は常 しないことで、伝送路中のASEを削減し、パスなし状 随を作り出すことを特徴とする精水項29に配載の光伝 【開水項30】販光伝送装置では、光信号を分岐、挿入 き、眩端局では、1嵌分岐用AOTFにRF倡号を印加 にAOTFにRF信号を印加して光信号を分岐してお

ときに分岐・挿入用AOTFに印加する各RF伯号に微 で、分岐された光個号を受債しないことにより、伝送路 [開水項31] 各波長の光信号間にレベル豊が発生して いる場合は、放光伝送装置では、光信号をスルーさせる や光増幅中継器、光デバイスで生じた各波長間のレベル **蒄を補正することを特徴とする腓水項29に配収の光伝** 弱なパワー豊を付けてレベル競分を分岐し、眩臨局で は、1波分岐用AOTFはRF借号を印加しないこと

[開水項32] 前配光伝送装置では、光伯号を分岐、挿 **入するかしないか、及び、波長間レベル整補償するしな** いに関わらず、分岐・挿入用AOTFに印加するRF俳 号のトータルパワーを一定にするために、RF信号の印 加が必要ないスルー状態の場合でも、運用中の光信号の 故長帯域から十分外れた場所でRF債号を印加しつろけ ることを特徴とする請求項31に配載の光伝送システ [請求項33] RF債身をオンする際に、伝送路中に設 けられる光増幅器で急酸な光サージを発生させないため にRF債号を所定のパワーまで段階的に立ち上げていく RF発板器を備えることを特徴とする解水項29に配載

[開水項34] RF信号制御回路内にROMを持ち、分 岐時に前配光伝送装置内のAOTFに印加するRF信号 [開水項35] 1波以上の光波長に送信信号を光強度変 のデータ、スルー時のRF信号データなど複数のRF信 **号の印加状態を蓄積しておき、ROMのデータを用いて** RF発振器の散定値を変更することで、瞬時に所定のR F周波数とパワーを印加することが可能な構成を持った ことを特徴とする開水項29に配飯の光伝送システム。

び、販光伝送装置に伝送路路中に伝送信号光の分岐、抑 開して送出し、光増幅各中継伝送する光伝送装置、およ 手段を有し、放送信器は、伝送路で破形が広がるような 情器の間に伝送路の改長分散特性を補償する分散補償手 送信部で送信光に光位相変調もしくは光周波数変調する チャーピングを行い、送倡器と伝送路の間、伝送路と受 入機能を持つノードを有した光伝送システムにおいて、 段を配置したことを特徴とする光伝送システム。

げれかに伝送路の被長分散特性を補償する分散補償手段 【前水項36】各中雄スパン毎あるいは、ノード毎のい

20

特別平11-289296

Ŧ

を配置したことを特徴とする請求項35に配載の光伝送

明の伝送路の分散量に応じて散定することを特徴とする 【静水項37】各中株スパン毎あるいはノード毎のいず れかに配置する分散補償手段の各分散補償量は分散補償 請求項3 8 に配載の光伝送システム。

とを特徴とする開水項36~37のいずれか1つに記載 [請求項38] 波長分散値が正である伝送路を有するこ の光伝送システム。 【耕水項39】送信節で送信光に光位和変関もしくは光 固改数変調する手段のチャーピングパラメータが+1近 傍である送信器を有することを特徴とする請求項35~ 37のいずれか1つに配做の光伝送システム。

[静水項40] 送信器と伝送路の間、伝送路と受信器の 明に配置した分散補償品を伝送ルートに応じて変化させ る機能を持つ分散補償手段を有することを特徴とする肌 申項35~37のいずれか1つに配做の光伝送システ

[朝秋項41] 伝送ルートに応じて分散補償配を受化さ せる分散補債手段を有することを斡復とする請求項35 に配載の光伝送システム。

ន

[開水項42] 前配分散補償手段は、分散補償量の異な 伝送されてきた光信号を所留の分散補償器に通過させる る、あるいは、分散補償盘の同じ複数の分散補償器と、 光切り替え手段と、

ることにより、光信号が受けた分散補償型に応じて吸適 な分散補償を行うことを特徴とする開水項36に配做の **災光信号が通過する分散補償器の組み合わせを切り替え** 光伝送システム。

【開水頃43】 投面弾性波の作用を使って所留の波長の 光信号を改長各重光信号の中から選択分岐、あるいは選 **以挿入するAOTFにおいて、**

版AOTFの形成されている基板の牧面であって、AO TFの近傍に共垣器を形成し、

放共仮器の共版周改数の変化を検出することにより、放 AOTFの数面温度を計画し、放計測結果に基づいてR F借号を制御して、嵌AOTFの動作を安定化させるこ とを特徴とするAOTF側御装圓。

[発明の詳細な説明]

[発明の瓜する技術分野] 本発明は、波艮分割多皿光ネ ットワークに関する。 [000]

0002

指し、さらなる組長距離・大容量の光通信システム、ま 【従来の技術】 将来のマルチメディアネットワークを目 た、これを用いた光波ネットワークの格類が要求され研 究開発が盛んに行われている。

て、時分割多田(Time-Division Multiplexing : TD [0003]これまでに大容量化を裏現する方式とし

M) 方式、光領域での時分割多重 (Optical Time-Divi sionMultiplexing:OTDM)方式、波長分割多簋(Wa velength-Division Multiplexing : WDM) 方式等の 研究が行われている。

イバの広帯域・大容量性を有効利用でき、さらに光合分 故器(光フィルタ)を用いることにより変闘方式・遠度 によらず伝送光信号を選択・分岐・挿入可能となり上記 [0004] これらの方式の中で、WDM方式は光ファ 光波ネットワークの機能を実現できる。

[0005] すなわち、光波ネットワークではネットワ Drop Multiplexer:ADM)、伝送路を選択する 光ルーディング、クロスコネクトを行う機能を持つ必要 −ク上の各ノードで必要に応じて分岐・挿入(A d d/

[0006] 光信号の分岐・挿入を行うための装置とし 光ADD/DROP装置には、分岐・挿入を行う光信号 の故長が固定されている故長固定型と任意の故長の光信 では、光ADD/DROP装置が研究開発されている。 号を分岐・挿入できる任意波畏型とがある。

[0007] 故長固定型は、例えば、サーキュレータと ものである。挿入する場合には、挿入しようとする光倡 ファイパグレーティングとからなっており、伝送されて きた光盾号のうち特定の故長の光信号をファイバグレー ティングで反射して、サーキュレータを用いて分岐する 号をサーキュレータで一旦ファイバグレーティングに送 しまうために、光波ネットワークに対する多くの要求に **挿入する光信号の波長がシステムの構築時に決定されて** [0009] これに対し、任意改長型は分岐・挿入する 光信号の改長をシステム構築後においても遠隔操作で変 【0008】このような改長固定型においては、分歧・ ル) を変えたいという要求にも容易に対応することがで り、ファイパグレーティングで特定の改長が反射され、 対し十分に対応することができないという問題がある。 えることができるので、分岐・挿入する改長 (チャネ 伝送路を直進してきた光信号と合故するものである。

(OADM) 装置の構成の一例を示した図である。故長 11~1nの故長多重光は入力傾からデマルチプレクサ 5. 各政長の光信号は、各政長毎に取けられた2×2光 スイッチに入力される。2×2光スイッチは、光路を切 り替えることによって、各光倡号を、直進させるか(ス (DMUX) に入力され、各故長の光信号に分岐され [0010] 図57は、光スイッチを用いた光ADM ルーさせるか)、ドロップさせるかする。

40

は、トリビュータリ扇に送られる。トリビュータリ局で 50 [0011] 2×2光スイッチでドロップされた光倡号 は、トリピュータリ局(ブランチ局)に送信される。2. プレクサに入力され、故長多田光に多重されて出力され ×2光スイッチをスルーした光信号は、そのままマルチ る。2×2光スイッチによってドロップされた光信号

ルタが散けられており、合分波器で分岐された光信号の 後、各チャネル毎に設けられる光受信器ORに光信号を 図示されていないが、光受信器のRには、彼長遺択フィ **供給するため、合液した光信号を分岐する。同図には、** ドロップされた光信号を合分波器で一旦合波した 中から所留の故長の光信号を選択して受信する。

[0012] このように、OADM装置で放長多重され た光信号を各政長の光信号に分政してからそれぞれを光 スイッチでドロップすることにより、所留の故長の光信 号をドロップすることが出来る。トリビュータリ局倒で を受信することが出来る。特に、ドロップされる改長が は、ドロップされた光信号のうち所望の波長を選択して 受信することにより、所留の故長 (チャネル) の光信号 故長選択フィルタとして、選択改長が可変のものを使用 異なる場合を考えると、光受信器ORの前に設けられる すれば、例えば、1番の光受信器で受信する光信号の波 長を自由に変えることが出来る。

れたものは、電気信号で、アド・ドロップ処理を行う電 気ADM (E ADM) で処理される。また、E AD Mからは、トリビュータリ局から送信すべき信号が出力 れる。同図に示される、トリビュータリ周の各光送信器 理を行っている2×2光スイッチに、対応する波長の光 [0013] 光受信器ORで光信号を電気信号に変換さ され、光送信器OSによって光信号に変換されて送出さ OSの出力する光信号の改長は、OADM装置でドロッ プされた波長の内のいずれかを用いるようにし、光スイ ッチに入力される。光スイッチでは、光送俏局OSから 送信されてくる光信号の光路を切り替えて、ドロップ処 **信号を送るようにしている。ドロップ処理を行っている** 各2×2光スイッチでは、ドロップした光信号の波長と 同じ改長の光信号をトリピュータリ局から受け取り、マ ルチブレクサMUXに送信する。このようにして、トリ ビュータリ局から送信されてきた光信号は、OADM装 置をスルーする光信号とマルチプレクサMUX で合設さ **た、彼長多重光信号として出力される。**

装置としては、上記のように、光スイッチを使ったもの がオーソドックスな方式として考えられるが、装置とし 【発明が解決しようとする課題】任意改長型のOADM て、動作が重いという問題点がある。また、光ネットワ 一クを構築当初に最大多重故長数よりも少ない故長数で しない光スイッチを有していることになり、初期投資の システムを運用する場合に、マルチブレクサ、デマルチ プレクサが必要のない、出力及び入力ポートを有してい ることになり、無駄な構成を有していることになる。ま た、2×2光スイッチを始めから備える場合には、使用 増大を招く。

プレクサがパンドパスフィルタのような特性を各放長の [0015] さらに、上記の方式では、光信号をマルチ プレクサで各波長の光信号に分岐しているので、マルチ

光信号に対して持つことになる。このようなパンドパス のパスパンドが各政長について非常に狭くなってしまう と言う問題がある。従って、この問題を避けようとすれ ば、各光装置のパスパンドを厳密に一致させる必要があ り、システムの散計及び設置作業が非常にシピアになっ パスパンドの値かなずれが累積し、システム全体として フィルタのような特性のデバイスを直列に接続すると、

で、彼長成分で見るとサイドバンドが生じている。この ような光信号が、パスパンドの非常に狭くなったシステ ムを伝播すると、故形劣化を起こし、光信号を受信側で 受信できなくなる可能性がある。最悪の場合には、シス [0016]また、光信号は、AM変弱されているの テムを光倩号が伝播できないという事態も生じうる。

[0017] このような問題は、全ての波長をマルチブ パグレーティングを使用する場合には、ドロップする設 アイパグレーティングの特性はフラットであるので、上 記のようにシステム全体に使ってのパスパンドが狭くな レクサのようなもので一旦分扱する構成を採用すること 長の光信号のみが抜き取られ、他の故畏成分に対するフ によって起こる。従って、固定嵌長型のように、ファイ ってしまうという問題は生じない。

パグレーティング自体は、選択波長が固定されているの で、任意波長型のOADM装置を構成する場合には、波 パグレーティングに対して設けられる光スイッチとが必 要となる。これでは、やはり、装置として動作が重くな [0018] 従って、ファイパグレーティングを使用し 長数分のファイバグレーティングと、それぞれのファイ てOADM装置を構成することが考えられるが、ファイ

[0019]また、OADM装置は、電気のADM装置 と組み合わせて信号を処理する必要があるので、私気A コストが大きくなってしまう。従って、用意すべき電気 A D M 装置のコストとO A D M 装置のコストの合計がで DM装置を始めから政長数分だけ用意しておくのでは、 きるだけ小さくなるように構成しなければならない。

み合わせなければならないと言う問題がある。 このよう 【0020】また、今日の波長多重数を増加しようとい う要求に対し、例えば、32故分の故畏を扱うためのマ トリクススイッチが現在存在せず、小さなスイッチを組 にすると、スイッチが非常に大きくなってしまい。 装置 の小型化を推進する上で障害となる。

音響光学チューナブルフィルタ(Acousto-Optic Tunab しまうという問題が無い。また、ファイバグレーティン AOTFは、ファイバグレーティングのように、ドロッ プする波長の光のみ抽出するという動作をするので、ス ルーする光信号に対する故長特性はフラットであり、上 **記したような、パスパンドがシステム全体で狭くなって** [0021] 上記のような問題を解決する方法として、 le Filter; AOTF)を使用することが考えられる。

グと異なり、ドロップする波長を任意に選択可能である できる。また、AOTFは改長選択フィルタとしても使 用できるため、透過故長固定型のパンドパスフィルタの ので、容易に任意改長型OADM装置を構成することが 特閒平11-289296

9

しかもコスト的にも有利であり、OADMシステムを得 [0022] 本発明の課題は、AOTFを使用した信頼 除するのに適したデバイスである。

性、及びコストパフォーマンスの良い光波長多重ネット

2

代わりに、トリピュータリ局の改長選択フィルタとして

も使用可能であり、非常に用途の広いデバイスである。

ワーク及びそのための装置を提供することである。 [0023]

WDM通信システムにおいて、任意の改長の光倡号を分 ・挿入動作を行う第1の可変改長選択フィルタと、前記 第1の可変波長選択フィルタで選択されなかった、分岐 ・ 個入すべき光信号について分岐・個入助作を行う第2 の可変波長選択フィルタとの少なくとも2つの可変波長 **選択フィルタを備え、複数の可変波長選択フィルタを用 挿入すべき光信号のうち、一郎の光信号についての分岐** いて分岐・挿入すべき光信号の全てを分岐または挿入す 岐したり、挿入したりする光伝送装置であって、分岐・ 【瞬題を解決するための手段】本発明の光伝送装置は、 ることを特徴とする。

光伝送装置から分岐した光信号を受信し、挿入すべき光 信号を該光伝送装置に伝送する光端局であって、所定の 【0024】本発明の光端局は、WDM光通信システム において、分岐及び挿入すべき光倡号を分岐・挿入する **战長の光倡号を、所望の数だけ合改し、挿入すべき光倡 身として前配光伝送装置へ伝送する光合波器を備えるこ** とを特徴とする。

[0025] 本発明の光伝送システムは、伝送路から伝 号を分岐し、対応する故長の光倡号を挿入する光伝送装 入すべき光信号を販光伝送装置に伝送する光端局とから なる光伝送システムにおいて、該光伝送装置で分岐され た光借号を必要に応じて増幅する光増幅器と、放光信号 送されてきた波長多重光信号のうち、所定の波長の光信 置と、該光伝送装置から分岐された光俏号を受信し、挿 を所留の数までパワー分岐する光分散器と、眩光分散器 の出力のそれぞれに光フィルタとを備え、前記光端周は 所定の光故長の信号を避択して受信することを特徴とす

[0026] 本発明の他の傾面の光伝送システムは、伝 送路から光信号を分岐、あるいは伝送路へ光信号を挿入 する光伝送装置と、腹光伝送装置から分岐された光信号 を受信し、販光伝送装置に挿入すべき光信号を送信する **福局とからなる光ネットワークにおいて、眩蟷局の受信** 関の1波選択用AOTFに所定のRF周波数を印加し、

に、核光伝送装置の分岐・挿入用AOTFに所定のRF 周波数を印加して所定の光倡号を分岐し、光スペクトル **貸1改選択用AOTFが安定化したことを砲器した後**

20

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

核端局の1 波博入用AOTFに所定のRF周波数を印加 及と光パワーになるように制御した後に、眩蟷局の光送 し、1故挿入用AOTFの動作が安定し、且つ、光スペ **髙器を駆動するシーケンス処理を有することを特徴とす** クトルモニタで監視した個入すべき光信号が所定の光波 モニタで所定の光信号が分岐されたことを確認した後、

送出し、光増幅多中雄伝送する光伝送装置、および、核 光伝送装置に伝送路途中に伝送信号光の分岐、挿入機能 【0027】本発明の更に他の側面における光伝送シス テムは、1故以上の光故長に送信信号を光強度変闘して を持つノードを有した光伝送システムにおいて、送信部 で送信光に光位相変調もしくは光周波数変調する手段を | 18号の間に伝送路の改長分散特性を補償する分散補償手 **有し、眩疫闘手段のチャーピングパラメータの符号が正** である送信器を有し、送信器と伝送路の間、伝送路と受 段を配置したことを特徴とする。

中から選択分岐、あるいは選択挿入するAOTFにおい の作用を使って所留の波異の光偏身を波異多皿光信号の [0028] 本発明のAOTF制御装置は、装面弾性波 AOTFの近傍に共損器を形成し、脓共損器の共損周波 数の変化を検出することにより、版AOTFの姿面温度 て、取AOTFの形成されている基板の設面であって、 を計画し、核計測結果に基づいてRF信号を制御して、 **以AOTFの助作を安定化させることを特徴とする。**

髙頓性の高い、OADMシステムを構成することができ [0029] 本発明によれば、任意の波畏を印加する電 気信号の周波数を変えることで、選択することができる AOTFをアド・ドロップシステムに使用したことによ り、システムを構成する回路の動作が軽くなり、安価で

30

【発明の実施の形態】図1は、AOTFを用いたOAD 8 改がアド・ドロップされる場合を示している。 もちろ ん、アド・ドロップする波長の数はこれに限られたもの M牧曜の基本的原理を示す図である。 同図では、AOT F10に波長11~1nの波長多田光信号が入力され、 ではない。

ップしたい彼長に対応するRF信号(磁気信号)を印加 5. そして、AOTF10には、彼長11~1nに対応 する周波数 | 1~ | nまでのRF信身のうち、8つが印 [0031] AOTF10による光改長の選択は、ドロ は、故長よ1~よぃの故長各田光佰号が入力されてい することによって行う。同図の場合、AOTF10に

8×1 構成となっているのは、ドロップされる波長数が [0032] AOTF10に印加されたRF信号の周波 数に対応する被長の光信号は、AOTF10のドロップ 後、8×1カプラ11に入力される。ここで、カプラが ポートに出力され、光アンプ20によって増幅された

プされてきた光倡号を改長の数だけ分岐する。分岐され ルタとしてAOTF13が散けられており、電気ADM 信号と同じ波長の光信号をアドすることができる。これ 作を行っている時には、同時に同じ波畏の光信号をアド た各光倡号はすべて同じ光倡号であり、ドロップされた **身をドロップするだけではなく、ドロップした波長の光** は、AOTF10がある改長の光信号をドロップする助 遊数のRF信号をAOTF10に印加しているだけで良 **政長の光信号をすべて含んでいる。次に、政長週択フィ** [0033] 一方、AOTF10は、所留の故長の光信 ドロップあるいはアドしたい波長の光信号に対応する周 8となっているからである。8×1カプラ11はドロッ (光倡身受信器) 17に各波長の光信身が送信される。 **する作用を有しているからである。RF信号としては、**

ら出力される故長11~18の光は8×8カプラ18で [0034]アドする光信号は、同図の左側の構成によ って生成される。光源となるレーザダイオードLD19 は、アドすべき光信号の被長を有するLD19がアドす る光信号の数だけ散けられており、これらのLD19か プ15によって増幅され、故長週択フィルタとしてのA へ 8 が多重された光から光信号送出に使いたい故長の 一旦合設された後、分岐される。分岐された光は光アン OTF14に入力される。AOTF14では、改長11 0に入力される。AOTF10では、アド光信号がスル 変闘器16によって変闘され、光値号とされる。このよ うにして生成された各被長の光信号は、8×1カプラ1 2で合政され、光アンプ21で増幅されて、AOTF1 光を抽出する。 AOTF14で抽出された波長の光は、 一光に合波され、出力側に出力される。

DMの機能を違成することができる。ただし、実際のA に出力される。アド光とドロップ光とは波長が同じであ OTFの特性は、上配原理で説明したような理想的なも のでないので、様々な工夫を必要とする。例えば、AO TF10のアドポートから入力されるアド光信号は、A OTF10のクロストークの為、ドロップポートに僅か るので、コヒーレントクロストークと呼ばれるクロスト 一クが生じ、光信号の劣化に大きな影響を与える。 従っ て、実際にAOTFを使ってOADM装置を構成する場 原理的には、このAOTF10を1つ使うだけで、OA 合には、このコヒーレントクロストークを避けるように [0-035] このように、AOTF10を使用すれば、 構成しなくてはならない。

プレない場合には、光アンプ21をとめておくか、AO 光アンプを助作させておくと、光信号をアドしないにも 【0036】なお、AOTF10で彼畏をTド・ドロッ かかわらず、ASE (Amplified Spontaneous Emissi on) 光がノイズとしてスルー光値号に加えられてしまう ので、SN比の劣化を起こすためである。あるいは、A TF10の選択帯域をはずすようにしておく。これは、

OTF10の選択帯域をはずしておけば、ASEがスル 一光信号の帯域外に挿入されることになるので、スルー 光信号のSN比の劣化には直接には影響しなくすること が出来る。図2は、実際のAOTFを使用してOADM 装置を構成する場合の基本的構成例のプロック図であ

曾幅され、1段目のAOTF31に入力される。1段目 の一節のみをドロップする。そして、1段目のAOTF らドロップされた光信号のレベルをほぼ同じにしてカブ ラ35に入力するように構成される。これは、AOTF [0037] 周図に示すのは、AOTFを光信号のドロ ップのみに使用する構成である。入力側から入力された 光信号は、光アンプ30で伝送路の損失の補償のために DAOTF31では、ドロップすべき故長の光信号の内 31をスルーした光信号は、2段目のAOTF32に入 力されて、ドロップすべき残りの故畏の光信号をドロッ ブする。このようにして、ドロップされた光俏身は、カ プラ35で合彼されると共に、受債器ORの数だけ分岐 は、光アッテネータ38が設けられており、AOTF3 2からドロップされた光信号のレベルとAOTF31か がロスが大きく、AOTFを1つだけ通過した光倡母と 2 つ通過した光信号とではレベルに大きな慈が生じてし まうからである。もし、レベル盤があるままドロップ光 指导を送出すると、受信例で、あるいは受信側に届くま でに光アンプや増幅しようとしても、レベルの低い光信 なくなってしまう。このようにして、ドロップされた光 **信号はAOTF等の波長退択フィルタ37によって所**望 される。このとき、AOTF31のドロップポート側に **身がうまく増幅されず、受債側で借号を正しく受債でき** の彼長が退択され、受信器〇Rで受信される。

れた光倩号を一旦合政するカブラ35には、別の出力ポ ペクトルモニタ39に入力して、ドロップ光佰号の有無 [0038]また、AOTF31、32からドロップさ ートを付けておき、この出力ポートからの光信号を光ス や、各光信号の故長やパワーを監視するようにする。

[0039] 2段のAOTF31、32をスルーした光 信号 (ドロップ光信号の改長と同じ改長) がカプラ36 **信号は、ドロップされない故長の光信号のみを含んでお** り、OADM装置のスルー光としてカブラ33に入力さ れる。光送信器OSからは、AM変調された各波長の光 る。このようにして、カブラ33に入力されるスルー光 で合波され、アド光信号としてカプラ33に入力され とアド光は互いに合波され、光アンプ34で増幅され て、伝送路に出力される。

全ての光信号をドロップするのは、AOTFの被長週択 [0040] 同図の構成例において、1段目のAOTF 特性によるものである。すなわち、AOTF31はRF 信号が印加されたときの改長選択特性の幅が広く、1T 31と2段目のAOTF32とを使ってドロップすべき **リーT G、692勧告ドラフトで規定されている0.**

特別平11-289296

æ

8 n m 開隔の波長の隣り合う光信号を1つのAOTFで ドロップしようとすると、クロストークが発生してしま い受信側で受信できなくなってしまう。そこで、実際に いは、32は、1つの基板に直列に3段のAOTFがモ は、1つのブロックで示されているAOTド31、ある ノリシックに形成されたものを使用している。 このよう にすると、彼長選択特性の幅を狭くすることができる

ら順番に番号を付けた場合に、偶数番目あるいは、奇数 5. そして、2段目では、1段目ではドロップされなか が、これでも十分ではない。そこで、贝に、AOTFを 2段に散け、1段目では、例えば、光信号の波長を端か 番目の波長の光信号のドロップのみを担当するようにす った、奇数番目あるいは個数番目の改長の光信号のドロ ップを担当するようにする。このように構成することに も、波長間隔が最低でも1. Bnmとなるので、AOT Fの彼長選択特性でも十分クロストークを少なくするこ よって、隣り合う2つの光信号をドロップする場合に

[0041]また、同図の構成では、アド光信号は、A している。 伯逊したように、AOTFは、Fロップした ているが、AOTFにアドとドロップの河方の墩伯を担 わせると、ドロップ側にアド側の光が温ぎり込んでクロ ストークを発生してしまう。時に、この場合、アド光と ドロップ光の改長が同じコヒーレントクロストークなの 〇TFを介さないで、瓜接カプラ33で合政するように **光信号の改長と同じ改長の光信号をアドする機能を有し** なり、ドロップ側で正常に光信号を受信することができ から抜かれており、その聞いているグリッド(光信号の 故長の股定位置)に合放されれば良いので、同図のよう で、クロストークによって生じる、ピート成分が大きく なくなってしまう。アド光は、対応する改長がスルー光 とができる。 ន

AOTFを用いてもよい。このように、多くのAOTF が、必ずしも2つに限られるものではなく、2つ以上の を用いると、1つのAOTFでドロップすべき光信号の げることができるので、クロストークをより成少させる 内、互いに被長の値が吸も近い光信号間の波長間隔を広 【0042】なお、同図では、AOTFを2つ用いて、 ドロップすべき光信号の全てを分岐する構成を示した に、スルー光にカプラで合設する構成を採用する。 ことができる。

[0043] 図3は、AOTFを使ったブロードキャス ロップ光として使用される彼民の数でも、全破民数でも ト機能対応のOADM製図の構成例を示すプロック図で ある。同図 (a) に示されるように、入力側から波長1 では、入力した光信号を2つに分岐し、1つはAOTド 光信号は、カプラ46で分岐される。分岐する数は、ド ンプ40で増幅し、カプラ41に入力する。カプラ41 リ局のカプラ46に入力する。カプラ46に入力された 1~1nが改長各出されて送信されてくる。これを光ア 42に入力し、もう1つはドロップして、トリビュータ 2

よい。カプラ46で分岐された光信号は、波長11~1 ドロップ光として使用する故長の光を故長選択フィルタ nまでの改長の光信号を含んでいるので、この中から、 48で選択して、加出する。

[0044] 一方、AOTF42に送られた光信号は、

けられているのは、図2で説明したように、一方のAO にも接続されておらず、選択された光俏号は捨てられる ことになる。AOTF42の後段にもAOTF43が設 てやり、他方で残りの故長の光信号をドロップしようと 長週択フィルタ49で所留の改長の光を遊択し、次に変 7 で合波されたアド光はカプラ44に入力され、スルー 故長選択フィルタ48で選択された故長をAOTF42 TFでドロップすべき故長の光倡号の一部をドロップし するものである。このようにすることによって、故長遊 [0045] 2段のAOTF42、43を通過したスル ド光は、図2で脱明したのと同様に、光斑からの光を故 開器50で変調してカプラ47に入力される。カプラ4 光と合波されて、光アンプ45で増幅され、伝送路に送 で選択し、選択ポートに出力させる。選択ポートはどこ 一光はカプラ44に入力され、アド光と合政される。ア **火におけるクロストークを低域することができる。**

変闘をかける構成を示したが、光源からの光に変闘をか [0046] なお、ここでは、アド光信号は、光顔から の光を改長選択フィルタ49で選択した後変調器50で け、後に改長避択しても同様にアド光信号を生成するこ

に接続されており、1×2×イッチ63がいずれかの伝

送路を選択して光倩号を送出するように構成される。

(b) のように伝送路で接続されている場合、波長11 [0047] 同図 (b) は、プロードキャスト機能を脱 の光信号をOADM1~3でブロードキャストしたいと する。OADM1では、波長11をドロップし、AOT Fでは故畏えるを選択せず、また、故畏えりのグリッド に光信号をアドしないようにする。すると、故長11の 光信号はOADM1をスルーし、次のOADM2に入力 し、AOTFでは波長11を選択しないようにする。す ると、同様に改長11の光信号はOADM3に伝送され AOTFで波長11を遊択し、波長11の光信号を破棄 は、彼長え1の新しい光俏号がアドされない限り、故長 る。OADM3では、改長11をドロップすると共に、 される。OADM2でも改長11の光信号をドロップ する。これにより、OADM3から出力される光信号 明する図である。同図(a)のOADM装置が同図 **えこ~えnまでが多重された光信号となる。**

[0049] 図4は、OADM装置内のAOTF及び伝 ブすることができるので、ブロードキャスト通信を行い OADM1~3に波長11にのった同じ光信号をドロッ [0048] このように、同図 (a) の構成によれば、 **送路の冗長構成を示す原理的図である。同図(a)は、** たい場合に容易に実現できるという利点がある。

【0050】OADMの入力倒に1×2×イッチ60を 耿け、入力した光信号の連路を2つの連路に切り換えら れるように構成しておく。1×2×イッチ60の2つの 出力ポートには、現用のAOTFと予備のAOTFを接 銃し、それぞれのAOTFの後段には、アド光を合故す 上側が現用の構成となり、下側が予備の構成となる。そ れぞれは、1×2×イッチ61の2つの入力ポートに接 焼されている。1×2×イッチ61は、現用のAOTF からの光信号と予備のAOTFからの光信号とを切り替 え、いずれかを伝送路に出力するようにしている。1× [0051] 同図 (b) は、OADM装置外の伝送路の 元長構成を示した図である。 伝送路が現用と予備に2重 化されており、OADMの入力側に1×2×イッチ62 が散けられている。1×2×イッチ62は、現用伝送路 と予備伝送路のいずれかを選択して、光信身をAOTF 器が取けられ、1×2スイッチ63に入力する。1×2 スイッチ63の出力ポートは、現用伝送路と予備伝送路 に送る。AOTFの次段にはアド光信号を合波する合政 2スイッチ61はOADM装置の出力側に設けられる。 るための合波器を散ける。すなわち、周図 (a) では、

[0052] なお、同図 (a)、 (b) では、AOTF みを示したが、伝送路とAOTF両方が2度化されてい き換え、現用と予備の伝送路及び現用と予備のAOTF のみ、あるいは、伝送路のみが2重化されている場合の る構成も可能である。この場合には、OADM装置の入 わ倒及び出力倒の1×2×イッチを2×2×イッチに置 うにすればよい。また、この場合には、2×2×イッチ が取れた場合には、対処できないので、2×2×イッチ も2 重化しておくと、より債額性の高いシステムを構築 することができる。 すなわち、現用及び予備伝送路それ 下備の2×2スイッチのいずれに光信号を入力すべきか を遊択できるようにしておく。そして、2×2メイッチ の後段にも1×2スイッチを散け、現用と予備のいずれ それぞれを2×2×イッチの入出力ポートに接続するよ ぞれに1×2スイッチを設け、現用の2×2スイッチと の2×2スイッチから光俏号を受け取るかを選択できる ようにしておく。この構成は、OADM装置の入力側及 び出力傾のいずれの場合にも適用でき、AOTF及び伝 送路のみではなく、現用と予備を切り替えるためのスイ ッチも2重化したOADM装置を構成することができ 30

り入力された光信号は、先ず、光増幅部 (In-Line Amp 媒体を持っており (三角で示されている)、 前段の増幅 **以体で増幅される前の光倡号は一部が分岐され、光スペ** クトルモニタ部のスイッチに入力される。この光スイッ **【0053】図5、6は、AOTFを使用したOADM** 装置の具体的構成の第1の例を示す図である。 伝送路よ lifler: ILA) に入力される。光増幅部は2つの増幅

特閒平11-289296

え、スペクトルアナライザSAUに光信号を送り、各場 所での光スペクトルの様子を解析し、モニタするために 仰される。スペクトルアナライザSAUは、順次切り換 よって、スペクトルの状態が各所で最適になるように制 チモニタ節のスイッチは、入力する光信号を順次切り替 敗けられている。スペクトルアナライザSAUはスペク トルアナライザコントローラSAU CNTによって劇 えられ、入力される光信号を解析する作業と並列的に解 析結果のデータを出力し、スペクトルアナライザコント ローラSAU CNTで処理を受け、不図示の制御線に スペクトルの様子を直接モニタすることができるように 即信号が伝送される。あるいは、オペレータが出向き、 も構成される。

増幅媒体、例えば、エルビウムドープファイバに光増幅 補償ファイバDCFに入力される。この後、更に、後段 れた光信号は、伝送路での分散を打ち消すために、分散 の増幅媒体に入力され、パワーの大きくなった光信号が [0054] 光増幅部1LAの前段の増幅媒体で増幅さ OADM装置に入力される。なお、光増幅部の後段の増 幅煤体に接続されているBSTは、ブースタと呼ばれ、 を行うための励起光を供給するものである。

జ [0055] 光増偏部1LAで増幅された光倡号は、前 チ部PSW1を通過した光信号は、次に、チューナブル る。このスイッチ部PSW1の詳細は省略する。スイッ フィルタモジュールTFMに入力される。 チューナブル フィルタモジュールTFMの入力には、光モニタが設け られている。これは、モジュール間がちゃんと接続され ているか否かを監視するためのものであり、入力した光 **一ルが正常に接続され、光倡导が来ているか否かを判断** する。例えば、モジュールが外れている場合など強度の 強い光が閊れている場合には、側に人がいると、その人 倡导のパワーを検出して、不図示の制御部に通知する。 不図示の制御師は、このモニタ結果を解析して、モジュ る。このような光モニタはチューナブルフィルタモジュ ールTFMの出力側にも設けられており、基本的に同じ 近した冗長化のためのスイッチ部PSW1に入力され に危険が及ぶので、光スイッチを切るなどの処置をす 役割をになうものである。

に入力される。AOTF1は、チューナブルフィルタモ ジュールTFDのコントローラCNTからの制御信号に よって、制御される。すなわち、コントローラCNTか る)に印加され、このようにして生成されたRF倡号が AOTF1及びAOTF2に印加される。AOTF1で は、前述したように、例えば、偶数番目の波長の光信号 【0056】光モニタを通過した光信号は、AOTF1 が選択され、図5の上側のボートに出力される。AOT F1をスルーした光倡号は、個改モード分散補償器PM 増幅器とPLL回路からなっていることが示されてい らの制御信号は、RF信号を生成する回路(図5では、 Dに入力される。

\$

[0057] AOTFは、後述するように、入力光信号 のTEモードの光とTMモードの光とを投面弾性液(S ドのみを変換し、出力ポートを変えるものである。とこ ろで、AOTFは一般に、ニオブ酸リチウム等の複屈折 生を持つ材料で構成されており、何の作用も受けないス ルーする光信号のTEモードとTMモードとの関に伝放 Fの1つのデバイスが3段構成になっているとした場合 AW)との相互作用により、所定の波長の光信号のモー 速度の違いを生じる。このとき生じる時間強は、AOT

(後述)、50ps程度となる。ところで、本実施形態 とによって受ける偏畝モード分散は、1タイムスロット なくなってしまう。従って、ここでは、1つのAOTF を通過する毎に偏波モード分散補償を行うようにしてい る。GI故モード分散を補償する方法としては、やはりGI **改モード分散を有するPANDAファイバ等の軸をAO** TFの軸と直交させるように接続する。このようにすれ のOADM装置は、10Gbpsの伝送速度を有するシ ステムに使用することが留まれているが、10Gbps の場合、1つのビットに与えられるタイムスロットは1 00ps程度である。従って、AOTFをスルーするこ め、このままでは、光信号を正常に受信することができ ば、AOTF内で選く伝播していたモードはPANDA ファイバ内では遅く、AOTF内で遅く伝播していたモ PANDAファイバの長さは、AOTFの特性や、使用 — FIt BANDAファイバ内では遠く伝播することにな る。AOTFの偏波モード分散を補償するために必要な するPANDAファイバの特性にも依存するが、約20 の50%程度のずれを異なるモード間に引き起こすた 23

AWとの相互作用により、TEモードで入ってきた光信 号はTMモードに変換されながら伝播し、TMモードで で分散を受ける時間が等しくなる。従って、母初、TE ドロップ頃の光信号の場合には、AOTFの内部で、S 入ってきた光信号は、TEモードに変換されながら伝播 するので、TEモードで分散を受ける時間とTMモード も、AOTF内部を伝播している間に、TMモードとT Eモードとにそれぞれ変換されるため温波モード分散は [0058] 一方、故長選択された光信号、すなわち、 モードで入力された光も、TMモードで入力された光 生じない。

[0059] G版モード分散補償器 PMDを通過した光 光信号が増幅される。AOTF1を通過してきた光信号 ば、AOTF1つのロスは10dB程度である。光増幅「 **盾号は、光増幅卸TFAに入力され、増幅媒体によって** は、AOTFのロスのためパワーが弱くなっており、A OTF2に入力してドロップされる光信号と、AOTF 1 でドロップされた光信号との間にレベル豊が生じてし 奇数番目の改長の光信号が分岐され、残りの光信号はス 部TFAで増幅された光信号はAOTF2で、例えば、 まうため、これを補償する必要があるのである。例え 20

OADM内のAOTFの冗長構成を示している。

 $\widehat{\Xi}$

(23

特周平11-289296

【のの60】 AOTド1とAOTド2で分核されたドロップすべき光信与は、2×2カプラで合被され、再び光増幅能工ドAで増幅され、トリビュータリ局へと送信される。一方、2×2カプラ1のもう一方のボートからは、光アッテネータを介して光スペクトルモニタ節のスペクトルアナライザSAUに入力され、ドロップされた光信号の設長及びパワーが所定の基準を消たしているか否かが検出される。

たように、GG改モード分散補償器PMDに入力され、GG ゲ師P SW2の2×2カプラ2には、アド光信号も入力 スタBST3、4からの励起光により増幅され、カプラ [0061] AOTF2をスルーした光信号は、前述し トリビュータリ局からの伝送ロスによる損失が補償され れ、2×2カプラ2に入力される。2×2カプラ2で合 彼されたスルー光信号とアド光信号は、 冗長化のための スイッチを介して、光焰幅郎 BWA 2に入力され、ブー で分岐される。大部分の光信号は、カプラから伝送路に 政長ずれや各政長の光信号のパワーが解析される。光増 協師PWA2による光倩号の増幅は、OADM装置全体 **改モード分散が補償された後、光モニタ邸を介してスイ** ッチ師PSW2の2×2カプラ2に入力される。 スイッ る。更に、分敗価償ファイバDCFによる分散が植質さ される。アド光信号は、光均偏器PWA1で増幅され、 川力されるが、一部は光スペクトルモニタ師に送られ、 を通過することによるロスを補償するためのものであ

波長11~132に変換されて、送出される。これらの された光倩身は、トリピュータリ局の波長分波器で各波 一方、既存光ネットワーク等の信号出力部では、電気光 合波器で合波されて、図5のOADM装置にアド光信号 [0062] 図6は、図5のOADM装置を使ったシス る。チューナブルフィルタモジュールTFMでドロップ 限に分波される。同図の場合、波艮11~132までの 変換部EOで収気信号が図5でドロップされた光信号の テムにおけるトリピュータリ局の構成例を示した図であ 既存光ネットワークの光電気変換部OEで受信され電気 信号に変換された後、当版ネットワーク用の信号、例え ば、1波光ネットワークの場合には、そのネットワーク 光信号は、アッテネータで相対的レベル顕璧が行われ、 で使われている波及の光信号に変換され、伝送される。 3.2故に分波されている。これらの各波長の光信号は、 として送出される。

「0063」なお、同図では、ドロップ光信号の波長は32個あり、この32個の波長全てが使用されているように示されているが、システムの指揮当初では、これらの波長を全て使用する必要はなく、一部の波長のみを使用してもよい。この場合、図5のチューナブルフィルタキジュールエドMでドロップされる波長も32波以下に

[0064] また、同図のように、波長分波器で各遊長の光信号に分岐してしまうと、受信する遊長を変えたいという場合に、波長分波器が各遊長に先に分放してしまうので、対応するのが難しいという点が存在する。例えば、受信側で同じ遊長の光信号を受信したいという場合には、遊長分波器の1つのボートから信号を分けなければならず、そのような構成がシステム構築当初から設けられていない場合には、1つのボートからの光信号を分岐するカブラ等を筋たに設けなくてはならない。

【0065】図7、8は、AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成の第2の例を示す図である。図7の構成は、基本的に図5の構成と同様であるので、詳細な認明は省略する。

9

【0066】伝送路より入力される光信号は、光燈幅的1LAで燈幅され、分数補償ファイバで分数が補償されて、スイッチ節PSW1に入力される。スイッチ節PSW1は、切用、予備の冗異化のための構成である。スイッチ節PSW1から出力された光信号はデューナブルフィルタモジュールTFMの光モニク節を通過し、AOTF1、AOTF2でドロップ光信号がドロップされて、2×2カプラ1に入力される。

解析される。2×2カプラ1で合改されたドロップ光信 身は光アンプで増幅された後、1×4カプラで分岐され る。同図では、ドロップ光の波異数は4であるとしてい るが、必ずしも4に限られるものではない。 1×4カブ ラで分岐された光倡号は、全てのドロップ波長を含んで おり、トリピュータリ局の受信部TRB1のAOTFで おり、ドロップする光信号の波長を変える予定のない場 としてシステム使用中にアド・ドロップする光信号の彼 長を変えることは強く望まれることである。なお、被長 Cによって制御される。同図の場合には、AOTFが2 **ししか散けられていないが、ドロップ光信号として4故** スペクトルアナライザ SAUに入力され、スペクトルが 各波長が抽出される。ここでのAOTFは1×4カプラ からの光信号の中から所留の改長を抽出する作用をして AOTFを使用するのは、本システムを使用するユーザ の要毀により柔軟に対応するためであり、ユーザの要望 略記されているチューナブルフィルタコントローラTF 合には、通常のパンドパスフィルタも使用可能である。 **徴択フィルタとしてのトリピュータリ局のAOTFは、** 【0067】2×2カプラ1からの出力のうち一部は、 を使用する場合には、AOTFを4つ使用する。

【0068】AOTF1でドロップされなかったスルー光は、偏波モード分散値復器PMDで偏波モード分散値 食まれてから、光アンプに入力され、AOTF2に入力される。このように、AOTF22段にしているのは、 耐速したように、1つのAOTFでドロップすべき改長 の一部、例えば、偶数番目の波長の光信号をドロップ し、もう1つのAOTFで投りの波長、例えば、奇数番目の波長の光信号をドロップ

ある。これは、AOTFの改長遊択特性の半値幅が比較的広いので、クロストークをできるだけさけるためになされている処置である。

アンブ部PWA2に入力した光信号は、励起光原BST 2の2×2カプラCPL2に入力され、アド光信号と合 辞来のアップグレードに対応できるように構成されてい るが、現在使われているのは1~4番のポートのみであ CFで分散が補償されてから、スイッチ卸PSW2の2 ×2カプラCPL2に入力される。そして、スルー光と アド光が合波され、プロテクションスイッチ(現用、予 備を切り替えるスイッチ)を通過して、OADM装置の 出力側の光アンプ即PWA2に入力される。そして、光 3、BST4からエネルギーを与えられて、パワーが増 は、スペクトルアナライザユニットSAUに送られ、O ADM装置から出力される光スペクトルの状態が解析さ れ、OADM装置が正常に助作しているか否かのモニタ 原放モード分散補償器 P M D によって偏波モード分散が 補償されてから、光モニタを通過してスイッチ郎 B S W 皮される。同図の場合、ドロップ光の波長が4波である は、光アンプPWA1で増幅され、分散補償ファイバD 幅された後、カプラCPLを介して伝送路に出力されて カプラCPL4には、1×8カプラが敗けられており、 ので、アド光信号の波長も4つの同じ波長を使用する。 る。カプラCPL4で合政された各政長のアド光信号 [0069] AOTF2をスルーした光信号は、再び いく。なお、カプラCPLで分岐された一部の光信号

[0070] 図8は、トリピュータリ局のアド光送信仰の構成を示す図である。アド光信号送信的は、レーザバンクと光変顕帥及び不図示の電気ADM装置(E ADM)からなっている。送信すべきデータは電気ADM装置から電気信号として送信されてきて、レーザパングからの光を変闘する駆動信号として使用される。

[0071]レーザバンクは、被数の互いに異なる破長の光を出力するレーザダイオードからなっており、これらがレーザダイオードからなっており、これらがたされている。ここでも、障害発生時に対応するため冗長化がなされており、レーザダイオードコニットしDUは、現用(Work)と予備(Protection)とが用意されている。また、アドする光信号の破長が1~32のいずれの破長にも変更可能なように、異なる破長を出力するレーザダイオードが5出力される光は、合政器で合政されて、1~32の破長の光が破長多重された光を生成する。レーザダイオードコニットが冗長化されているのに対域にて合政器も現用と予備が設けられている。

[0072] 合波器から出力された光は、光アンプ節で増価される。光アンプ節も冗長化されており、光アンプ節の編成は、自個媒体を2つ設け、その間にアッテネータを挟んだようになっている。これは、間にアッテネー

にフィードパックされ、安岡器Modが安定して助作す

22

タを入れることによって、後段の的協媒体への光の入料 当度を開始する作用を得る為である。的結媒体で増結された、カブ れた光信号は、カプラCPLで一部が分岐されて、カブ ラ部CPL3に入力される。分岐された光信号は、スペ クトルブナライザユニットSAULに入力される。スペ クトルブナライザコニットSAULに入力される。スペ ルアナライザコニットSAULの構成は、スペクト ルアナライザコントローラSAU CNTと、これに制 御されるスペクトルアナライザSAUとからなってお

り、カプラCPLはシステムのオペレータが年齢でレーサバンクからの出力光の検査をする場合に必要な出力光を変化出力光を検光モータボートに出力するものである。スペクトルブナライザコニットからの解析結果は略配されているレーザダイオード使御神さのに使用される。同図に示されるように、スペクトルアナライザコニットSAUL及びレーザダイオード制御館LOCも冗長化されている。

[0073] このように、異なる故長のレーザダイオードを複数用意し、これらの光を合故して使用するのは、弱偏故長を可愛できるレーザが非常に不安定で、発展故長が特略に安定している必要のある光通信においては、

十分な機能を得られないからである。

[0074] 複数のレーザダイオードから出力された光を合成したものは、光切極器で増幅された後、カブラ師CPL3の1×8カプラに入力される。1×8カプラでは、入力された光をアド光信号の改長として使う分だけ分岐し、光変調師に送る。今の場合、アド・ドゥップする光信号の波長は4つだけであるとしているので、奨励に米技統されているのは、1×8カブラの4つのボートのみである。残りのボートは反対方向の通信回段用に設けられている大変顕認(不図示)に光を供給するためにけられている光変顕認(不図示)に光を供給するために

Fで、先ず、アド光として使用する彼長の光が選択され 海政の質闘装闘が40数けのれたいる。 フーザスソクか ら送られてきた光は彼及遊状師TFR1の前段のAOT る。この選択された彼長の光は変開器師の変開器Mod に入力される。一方、虹気ADMからは、所定の改長の 光信号としてデータが送られてきて、受信器ORで受信 され、昭気信号に変換される。この昭気信号は分配器で 分岐され、デジタルフリップフロップDードドと間気増 は、この個気信号の印加を受けて、改長遊択部の前段の る。疫間された光信号は1×2カプラで分岐され、一方 がコントローラで検出され、所留の要闘が行われている か否かが確かめられる。この検出の結果は、句気増幅器 アイバは、アドする光伯号の改長分散けられた仮刷器を 協器を介して変国器Modに印加される。 変風器Mod 【0075】1×8カプラの出力ポートに接続されたフ 有する光変関節に送られる。同図では、内部構成は、1 AOTFで選択された改長の光信号を宏関し、出力す 使用される。 40

放定される。

た光信号は、光アンプPOAで増幅された後、波長選択 [0076] このようにして、変調器Modで変調され **部の後段のAOTFに入力されてアド光信号として送出** される。ここで、光アンプPOAで増幅した後に再びA イズを除去するためのものであり、このAOTFは波長 選択部の前段のAOTFの選択波長と同じ波長を選択す OTFを通過させるのは、光アンプPOAで発生したノ るように散定されているものである。

[0077] なお、レーザバンクかちの光の中からアド するための光波長を選択するのに、選択波長固定型のフ **ィルタではなく、選択改長を可変できるAOTFを使用** するのは、アド・ドロップする光信号の波長を変えたい ときに容易に対応できるようにするためである。

選択することも可能であるが、この場合には、変調器の [0078]また、故長遠収郎の前段のAOTFセアド て、災關器Modの後段の光アンプPOAは、1故用の 光信号に使用する故長を1故だけ最初に選ぶことによっ アンプで良くなり、小型のアンプを使用することができ る。前述したように、最初に変闘をかけて、後に波畏を 後段のアンプは波長多重光用の光アンプでなくてはなら ず、大型になるとともに、高価になってしまう。

ន

[0079] 図9、10は、AOTFを使ったOADM 装置の具体的構成の第3の例である。図9の場合、伝送 る。後に説明するように、伝送路の冗長化にも種類があ ファイバBLSRを前提にしており、伝送路(PB)と line switch rlug) 等の構成がある。同図の場合、4 記倣されているのは、4ファイバのBLSRの場合の反 チへの伝送ケーブルを示し、伝送路 (P) と記載されて いるのは4ファイバBLSRの場合の反対方向の伝送路 9. UPSR (uni-directional path switch ring) や2ファイパ、4ファイパのBLSR (bi-directional 対方向の伝送路のOADM装置に設けられるLBスイッ イッチ (1+1SW) への光信号伝送ケーブルを示して いる。これらは、伝送路及びOADM装置の冗長化の為 に散けられており、システムの冗長化については、後述 のOADM装置に設けられる光1+1プロテクションス 路が現用と予備に冗長化されている様子が描かれてい

【0080】現用の伝送路から入ってきた光信号は、光 悄幅的ILAで増幅されると共に、分散補償ファイバD CFによって分散が補償され、スイッチ部PSW1に入 +1スイッチとが散けられているが、ネットワークが2 力される。スイッチ部PSW1では、LBスイッチと1 ファイバのBLSRと4ファイバのBLSRのいずれを 使用しているかによって、いずれかのスイッチのみが設

り、ドロップ光がドロップされ1×8カプラを有するカ 【0081】スイッチ部PSW1を通過した光信号は、 チューナブルフィルタモジュールで前述した作用によ

プラ部CPL1に入力される。1×8カプラでは、ドロ ップされた故長を全て含んでいる故長多重光倡号を8つ こ分岐し、トリピュータリ周の受信部へと送信する。チ スイッチ部PSW2の2×2カプラに入力される。トリ ビュータリ局から送信されてくるアド光信号は、カプラ 部CPL4の1×8カブラで合波され、光アンプPWA 1 で増幅される。そして、増幅された光信号は、分散補 貸ファイバDCFで分散補償され、スイッチ部PSW2 ューナブルフィルタモジュールをスルーした光信号は、 の2×2カプラでスルー光と合放される。

[0082] カプラ部CPL4の1×8カプラの前段に これは、カプラ部CPL4がちゃんと装着されているか [0083] 2×2カプラで合故されたスルー光とアド び、LBスイッチを通過して、光アンプPWA2で増幅 光モニタが各波長のアド光信号毎に散けられているが、 光は、冗長化のために設けられた1+1スイッチ、及 否かをモニタするために設けられているものである。 されて、伝送路に送出される。

[0084] 図10は、図9の具体例におけるトリピュ ータリ局側の構成を示した図である。受信側では、○A DM装置からドロップされ、分岐された光信号の数だけ 受信器TRB#1~#8(1)が設けられる。受信器T RB#1のみ内部構成が示されているので、これについ て説明する。他の受信器TRB#2~#8(1)も同様

【0085】先ず、ドロップされた光佰号は8波からな っており、この光信号が受信器TRB#1 (1) に入力 の構成である。

されると、光アンプAMP 1 で増幅される。光アンプA る。増幅された光信号は、カプラ部CPL2の1×4カ ここでは、4つに分岐されている。次に、光倡号の波長 **哎は省略されているが、トランスポンダは#1~#4の** 変換を行うトランスポンダ#1に入力される。詳細な構 4つあり、それぞれ1×4カブラから出力される光倡号 プラでドロップされた光信号の波長数分に分岐される。 MP1は、励起光源BSTから励起光を受け取ってい を受信する。

【0086】トランスポンダ#1に入力された光信号は **校長遺択フィルタとしてのAOTFにより、1つの莜長** の光信号が選択され、光受信器ORによって電気信号に は、送信側のレーザパンクLDBKからの光が送信され てきており、レーザパンクLDBKから送られる複数の tv、デジタルフリップフロップDーFFおよび増幅器を 故長の中から適当な故長がAOTF1で選択されて、入 力される。そして、AOTF1で選択された光信号は変 隅器Modで変調されて出力される。出力された光信号 は、光アンプPOAで増幅された後、AOTF2で増幅 器のノイズ成分が取り除かれ、他のネットワーク等に送 通って、変調器Modに印加される。変調器Modに 変換される。この電気信号は、分配器で2つに分岐さ

\$

省する場合には、ドロップされた光信号のままでは伝送 できない可能性があるので、どのような波長にでも変換 変開器Modの出力は1×2カプラで分岐され、コント ローラに倹出されて、変闘器Modの動作を安定させる できるようにトランスポンダが股けられている。また、 ためにフィードバックがかけられる。

関に使うための光が送信されてくる。この光は、送信器 #1~#8(2)のカブラ郎CPL5に入力される。入 【0087】このように、受信側のトランスポンダの動 方、送信側では、不図示のレーザパンクLDBKから変 力すると、先ず、カプラ卸CPL5がちゃんと接続され 作は、図8の光変調部のものと基本的に同じである。一 ているか否かをモニタするための光モニタを通過し、次 に、1×8カプラで8つの光に分岐され、光アンプAM P#1~#4によって増幅される。このうち、アド光信 他の4つは、受信側のトランスポンダに光信号の波長変 **身を生成するために使用されるのは、4つのみであり、** 換用光として送られる。

ន ຂ 生成のために使われる4つの光は、トランスポンダ#5 [0088] レーザパンクからの光のうち、アド光信号 のAOTF3に入力され、アド光信号生成のための故長 べきデータは、他のネットワークから光信号で送信され ラで合政され、OADM装置にアド光信号として送信さ が選択され、変闘器Modに送られる。アド光を変調す で分岐した後、AOTF5で故長を選択し、光受信器の Rで電気信号に変換する。この後の動作は、受信側のト OTF4から出力されるアド光信号は、同様に生成され てきたものを光アンプAMP 2 で増幅し、1×4カブラ ランスポンダと同様なので説明を省略する。そして、A たトランスポンダ#6~#8までの光信号と1×4カブ

[0089]図11、12は、AOTFを使ったOAD の構成は、図9の構成とほとんど同じなので、概略説明 いないが、省略されているだけであって、実際には、ト M装置の具体的構成の第4の例を示す図である。図11 する。なお、同図の場合には、アド側に結線がなされて リピュータリ局のアド光信号送信側が接続されるべきも

アンプPWA1で増福され、分散補償ファイバDCFで 50 増幅され、分散補償ファイパで伝送路の分散が補償され [0090] 伝送路より入力した光信身は、光増幅器で て、現用・予偏切り替え用スイッチ部PSW1に入力さ れる。ここでの切り替えは、ネットワークが採用してい る冗長構成によって変わるが、ここでは、4ファイバB た光倩身はチューナブルフィルタモジュールでドロップ LSRを前提としている。スイッチ部PSW1を通過し 光がドロップされ、ドロップ光伯号は、1×8カプラで トリビュータリ局の受信側へ送信される。スルー光信号 はそのままスイッチ部PSW2の2×2カプラに入力さ れる。アド光借号は、2×8カプラで合波された後、光

分散植債された後、2×2カプラでスルー光と合故され トが1つ多いカプラを使っているのは、合政された光信 ×2カプラや1×8カブラでもよく、ここで、出力ポー 号の状態をモニタしようとするときのための便宜を考え てのことである。従って、必ずしも2×2カプラや2× る。ここで、2×2カプラや2×8カプラはそれぞれ1 8カプラを使用しなければならないことはない。

特閒平11-289296

Ξ

【0091】アド光信号とスルー光信号とが合改された +1スイッチ及びLBスイッチ)を通過した後、光アン 光信号は、現用・予備を切り替えるためのスイッチ (1 プPWA2によって増幅され、伝送路に送出される。

[0092] 図12は、トリピュータリ局の受信傾構成 ビュータリ局の次段に接続するネットワークが単数長ネ ップされてきたドロップ光信号は、光アンプAMPで増 からである。1×4カプラで分岐された光信号は、それ ットワークの場合の構成である。OADM装置からドロ 分岐される。ここで、分岐する数が4であるのは、OA DM装置でドロップする波長の数が4であるとしている ぞれに設けられているAOTFに送られ、それぞれの故 長の光倡号が選択される。各政長11~14の光倡号が の変形例を示した図である。受信部TRB#1は、トリ 幅された後、カプラ部CPL2の1×4カプラで4つに ポートする光信号の改長がドロップされた光倡号の改長 でないときには、単波長ネットワークに接続する前段に **選択されると、これらは、そのまま単波長ネットワーク** にそのまま送信される。なお、単数長ネットワークがサ 故長変換を行うトランスポンダを散けて、サポートされ ている故長で光信号を送信するようにする。

[0093] 受信的TRB#2は、トリピュータリ局の **次段に接続するネットワークが多数長ネットワークであ** るが、4波までの波長多重システムである場合を示して いる。OADM装置からドロップされてきたドロップ光 信号は、光アンプAMPで増幅された後、1×4カプラ られた波長遠択部TFR#1~#4に入力される。AO で4つに分岐され、1×4カプラの出力ポート毎に設け **由出された光信号は、単政長用の光アンプPOAで増幅** めのものである。このようにして、波長遊択即TFR# 前述したように、光アンプPOAのノイズを除去するた 合波され、改長多重ネットワークに送信される。 もちろ 1~#4で怞出されたドロップ光信号は2×4カプラで ん、ドロップされたままの故長を改段の故長多田ネット ワークがサポートしていない場合には、トランスポンダ TFはドロップ光信号の中から1改のみを抽出される。 され、再びAOTFに入力される。後段のAOTFは、 を介して、故長を変換して接続するようにする。 \$

[0094] 受信節TRB#8は、4波以上の波長多血 **忙信号をサポートしているネットワークに接続する場合** のトリビュータリ周の併成を示している。 4 波以上のド ロップ光信号の彼長を選択する場合には、OADM装置 に使用されているように、AOTFを2段に使って、波

50 借される。このように、他のネットワークにデータを送

ルタドライバTFDによって駆動される。OADM装置 は破棄する。その他の構成及び、助作は、OADM装置 のAOTFによる光信号のドロップのための相成及び動 でドロップされた光信号は、全て2段のAOTFによっ て選択されるので、2段目のAOTFのスルーポートに て、2段目のAOTFのスルーポートから出力される光 良を選択するようにする。AOTFはチューナブルフィ は、原理的にノイズ以外は光伯号は出てこない。従っ 作と同じなので、説明を省略する。

[0095] このようにして、選択された改長のドロッ ブ光信号は、2×2カブラで合政され、増幅されて、次 段の波艮各田ネットワークに送信される。尚、前述の通 している場合には、政長変換して次段のネットワークに り、次段のネットワークがドロップされたままの光信号 の波艮をサポートしない、あるいは、別の光信号を使用

を情境するためには、任意の波長の光信号をドロップで の特性と、反射鏡間の光学的距離に依存する。特に、同 きるだけではなく、対応する任意の波長の光伯号をアド 反射鏡側の光学的距離を変えなくてはならないが、この には、レーザの構成に可動部がないので、安定した発援 [0096] 図13は、アド光信号を生成するための光 を供給するために使用されるレーザパンクの構成及び概 念を説明する図である。任意波張型のOADMシステム 周囲で圧感の波長の光信号を生成できなくてはならない ので、故具を任意に変えることのできる光顔が必要であ で、反射鏡間で光を往復させる間に強度の強い光を放出 するという構成をとっており、発援波長はこの発光媒体 移動させるか、温度を上下して、発光媒体の風折率を変 化させるというぐらいである。反射館を機械的に動かす のは、レーザが可動館を有することになるので、反射鏡 の位置が狂いやすく、安定したレーザ発援を行うことが できない。また、温吹を上下して改長を変化させる場合 はできるが、温度上昇などによる波長の変化が小さいの できなくてはならない。 そのためには、トリビュータリ **る。しかし、現在光郎として広く使われているレーザダ** 方法があまりないというのが現状である。現状考えられ る光学的距離の変叉の仕方は、反射鏡の位置を機械的に で、改員各重システムのグリッド全体をカバーすること じレーザで異なる波長を発振させようとする場合には、 イオードは、改長を変えることが疑しい。というのも、 もともとレーザというのは、発光媒体を反射館で挟ん

8

|0097| そこで、本実施形態では、使用する可能性 ードを川意しておき、これらが発援するレーザ光を東ね のある全ての彼長を発援彼長とする個々のレーザダイオ て1つの光とし、これを似々な所に使用することとし

る通りであり、故長11~1nをそれぞれ発振波長とす [0098] レーザバンクの構成は、回図に示されてい

号を受信しない状態となる。

20

ーザダイオード139の駆動電流あるいは温度を調整し るレーザダイオード139を設け、それぞれに発版させ 5. それぞれが発援する波長は、スペクトルモニタ13 し、ずれが生じた場合には、発版波長にずれの生じたレ 3 で監視され、予め定められている基準波長値と比較 て、発板波及が所定の値になるように網盤される。

[0089] 各レーザダイオード139が発援する光信 して、光アンプ136で増幅され、分配器131で必要 引は、合政器138で合政され、1つの光とされる。そ な数だけ分岐される。

2

[0100] この光を使用する場合には、AOTF等の チューナブルフィルタ132、あるいは、使用する故長 が固定しているのであれば、選択波長の固定されている パンドパスフィルタ等で必要な改長をレーザパンクから の光から抽出し、外部変調器135で変調をかけ、光ア ンプ137で増幅して送出する。

【0101】このように、複数の波異の異なる光顔の光 を合波して、これを利用するようにすれば、光弧の発援 している故長の光であれば、どの故長であってもフィル タで抽出して使うことができる。特に、波長分割多貫通 信システムでは、各チャネルの光信号の波長が1TUー Tの勧告で規定されているので、それ以外の波長を任意 に使用することはないと考えてよいので、レーザバンク を使用すれば十分である。

B、図にはAOTFが1つしか配載されていないが、前 [0102] 図14~図20は、OADM装置における ドロップ用AOTFの制御方法を説明する図である。な 近したようなAOTFを2つ用いる場合も同様である。

[0103] 図14は、OADM装置を含むOADMシ い状態が好ましい。そこで、OADM装置のAOTF1 40は、32故全ての故長を選択するように、RF信号 路板器からRF信号をAOTF140に印加する。する リ扇砌へ送信される。トリピュータリ扇では、送信され あるが、初期状態では、AOTF143に入力側から伝 ステムの初期状態を示している。入力側から例えば、3 システムが稼動する前は、光信号がどこにも出力されな と、入力側から入力された32波全ての波長はドロップ されてしまい、スルー側 (出力側) には光信号が出力さ **れない。 従って、32故全ての光信号は、トリビュータ** てきた光信号を光カプラ142で分岐し、各政長の光信 AOTF143は、ドロップすべき改長を選択するので 送されてきた32世の光信号からは、爛れ光等が生じな **ハ程度に十分離れた位置を選択改長とするようなRF信** 身を入力する。このようにすれば、32被の内、AOT F143で選択される波長がないので、光受信器144 こ送借される光信号は存在しない。このように、システ ムの初期状態では、全てのパスが閉じられ、どこも光信 2故の改長多重光慎号が送信されてきた場合に、まだ、 身を選択するAOTF143に送る。通常動作時では、

[0104] なお、AOTF143は、 常に1故長を遡 **以するためのRF信号が印加されるので、光信号を選択** 3に印加されるRF信号のパワーが光信号を選択する場 合もしない場合も同じになり、AOTF143の動作を しない場合にも、32波以外の場所を1つ選択するよう なRF信号を印加しておぐ。これにより、AOTF14 安定化させることができる。

ルーする場合には、AOTF140には、32故の故長 [0105] 図15は、OADM装置によるドロップが のRF佰号が印加されていたので、AOTF140の特 行われない場合のAOTFの制御方法を示している。ス 以外の場所に選択被長を散定するようなRF信号をRF **間号発援器141で生成して、印加するようにする。R** 性をあまり大きく変えないようにするため、わざと32 F債号は光信号は選択しないが、32個の波畏を選択す る。これは、図140とき、A0TF140に32故分 るような32個の周波数からなるRF 信号が印加され 個の周波数のRF個号を印加しているのである。

1個の周波数からなるRF信号である。これは、前述し の変化によって変わってしまわないようにするためであ [0106] これにより、32波全ての光信号はスルー 光信号はドロップされない。したがって、光カプラ14 たように、AOTF143の助作が、RF信号のパワー 闽(出力側)に送信される。トリビュータリ扇叫には、 3.2彼以外の彼畏位置を顕択するようなRF借号を印加 しておく。このRF信号は1波のみを選択するような、 2にも光信号は入力されないが、AOTF143には、 る。従って、光受信器144では光信号は検出されな

[0107] 図16は、OADM装置でドロップはしな ワーが大きくなる、いわゆる、チルトが起きている場合 のみを示しているが、各故長のパワーが全くバラバラで いが、入力される光信号が改長毎に異なるパワーを有し なお、同図では、波長が11~132に行くに従ってパ ている場合のAOTFの制御方法を説明する図である。 も同じ作用を得ることができる。

OTF143からは光信号が出力されない。 従って、光 [0108] すなわち、AOTF140に印加されるR パワーの大きい波長の光信号をより多くドロップするよ うにし、パワーの小さい波畏の光信号はより少なくドロ 2で分岐されるが、AOTF143の選択彼長を32被 F伯号のパワーの違いにより、ドロップされる光信号の ップ、あるいは、金くドロップしないようにする。この ようにすることによって、スルー側 (田力側) に出てく トリピュータリ局側には、AOTF140に入力された る。この光は、光アンプで増幅されたり、光カプラ14 の波畏域から十分離れた位置に散定することにより、A る光信号はパワーが揃って出てくるようになる。一方、 パワーも異なってくるので、RF発振器141からは、 時のパワーに応じた量のドロップ光が致れることにな

受信器144では、光信号を受け取ることが無く、ドロ ップ動作は行われないことになる。

特団平11-289296

(19)

追いをなくすために使用することによって、システムの [0109] このように、AOTF140を放投をドロ ップする為だけに使うのではなくて、改長年のパワーの 伝送品質の向上に役立てることができる。 [0110] なお、AOTF140には、やはり、常に 3.2個分の波長を選択するための3.2個の周波数のRF 1故のみを選択す為の1個の周波数のRF信号を印加す るようにしておく。これにより、AOTF140及び1 4 3の動作を被及を選択するか否か、あるいは、選択す 暦号を印加するようにしておき、AOTF143には、 る波長の数によらず、安定させることができる。

[0111] なお、上配した改長年のパワーの追いを補 アで行うようにしてもよい。図17は、OADM転置で 質する動作は、劇御CPUを設けておいて、ソフトウェ ドロップを行う場合の各AOTFの制御方法を説明する 図である。

132のみをドロップする場合を考える。入力傾から3 2 波の光伯号が入力されると、AOTF140には、波 **艮入2と入32とを選択するようなRF信号が印加され** に、32波の光信号の波艮から十分離れた位置に30波 を選択するような30個の周波数のRF信号をRF信号 するものとなるが、実際にドロップされる光信号は波及 [0112] ここでは、彼長11~132の内、12と AOTF140に印加されるRF信号は32被分を選択 12と132のみである。投りの波艮の光信号はスルー **路板器141で生成して、印加しておく。これにより、** ると共に、AOTF140の助作を安定化させるため

12の光信号が受信され、もう一方では、被長132の は、故長12を選択し、もう一方は故長132を選択す る。このようにして、光受情器144の一方では、故長 AOTF143に入力される。AOTF143は、1故 のみを選択するように1故のみを選択するための1つの 周波数のRF信号が印加される。AOTF143の一方 [0113] ドロップされた故長12と132は、トリ ビュータリ 周仰へ送られ、光カプラ142で分岐され、 側 (山力側) へ送出される。 光信号が受信される。

は、常に同じパワーのRF信号を印加するようにしてお き、AOTFの助作の安定を図る。また、彼長多瓜され た光信号間のパワーの違いを抑える働きも特たせること [0114] LOLSE, AOTF1402143E

費のトラッキングについて説明する図である。OADM 【0115】図18は、トリビュータリ局側での勘収故 校屋のAOTF180からドロップされた光信号は光力 に分岐され、AOTF182で各放長が選択される。し かし、温度変化やRF信号の周波数のずれなどにより、 プラ181でドロップされた故畏数分(同図では4故)

2 は、このような状態を検出するようにRF倡号を闢整し イオードPD185でパワーを検出して、その結果をト 回路186では、AOTF182に印加するRF信号の 周波数を僅かに変えて、あるいは、AOTF182に印 出し、各PD185で受債する光債号のパワーが最も大 きくなるように制御する。これは、RF信号の周波数を き、周波数の大きいほうに振ったときと小さいほうに振 が小さくなれば、中心の周波数のとき光俏号の受信パワ 2の選択故長とを一致させる必要がある。そこで、AO し、PD185で受債される光債号のパワーの変化を検 ったときの両方でPD185で受債する光債号のパワー 長とがずれることがある。従って、AOTF182で選 択された光信号を監視し、光信号の波長とAOTF18 TF182の後段に例えば、10:1カプラ183を設 ラッキング回路186に送るようにする。トラッキング ドロップされた光信号の改長とAOTF182の選択波 け、大半を光受信器で受信すると共に、一部をフォトダ 大きいほうと小さいほうに版るように僅かにずらしたと 加するRF債号のペースの周波数に低周波成分を重量 一が最大であることを示す。トラッキング回路186

[0116] 図19は、OADMシステムのAOTFの 全体の制御を示す図である。同図で、図18と同じ番号 のついているものは同じものなので詳しい説明を省略す

て、トラッキングを行う。

の被長を選択する場合に、適切に、ドロップすべき光信 号の波長にマッチした動作を行っているか否かを検出す 場合には、ドロップすべき光信号のスペクトルを完全に ろRF信号の周波数とパワーを制御するためである。光 スペクトルモニタ192の解析結果は、OADM装置制 卸CPU193に入力され、AOTF180が適切に動 いる。これは、OADM装置のAOTF180が光信号 **るためのものである。すなわち、ドロップすべき光信号** の波長とAOTF180の遊択波長特性とがずれている ドロップすることができず、光信号に改形劣化などを引 **【0117】OADM装置のAOTF180でドロップ** された光倡号が光カプラ194で分岐され、1×4光ス イッチを介して光スペクトルモニタ192に入力されて き起こして好ましくないので、AOTF180に印加す 作するようにRF信号の制御信号が出力される。

22 カする。トラッキング回路203はOADM装置制御C D198で受光して結果をトラッキング回路203に入 [0118]また、図18で説明したトラッキング回路 186もOADM装置制御CPUと情報を交換し、AO AOTF200によって彼長選択されるが、この彼長選 収も適切に行われているか否かを監視し、AOTF20 0を制御するために、光カプラ199で光を分岐し、P TF182を適切に動作するように制御する。トリピュ ータリ局のアド光信号生成倒では、LDパンク202か 5出力された光が、光カプラ201によって分岐され、

CPU193が取得し、直接AOTF196に印加され PU193と情報を交換しながら、図18で説明した処 する。光カプラ199から出力された光は、光変顕器1 196で故長選択を受ける。このAOTF196は、A トラッキング回路203が得た情報をOADM装置制御 るRF信号を制御する。これにより、AOTF196と 97によって変調され、次段で増幅された後、AOTF 里と同様の処理により、AOTF200をトラッキング OTF200と同じ選択改長を有する必要があるので、

AOTF196を通過した光信号は、アド光信号として 光カプラ195で合政され、途中分散補償ファイバで分 散補償されて、AOTF180をスルーした光信号と光 り、同じ汝畏の光信号を適切に選択することができる。 カプラ190で合放される。

AOTF200は同じ波長週択特性を有することにな

[0119] アド光信号が合波された光信号は、増幅さ れると共に、アド光倩号が正常にアドされているか否か を検出するために、光カプラ191で分岐され、1×4 光スイッチ204を介して光スペクトルアナライザ19 2で解析される。この結果は、OADM装置制御CPU 193で制御信号生成に使用され、AOTF180やA OTF196、あるいは、トラッキング回路203を介 してAOTF200を制御する。

スペクトルの解析とデータの送出とを並列に行うことが できるように構成されており、1つの光信号のスペクト 光信号のスペクトルの解析を始めることができるように の光信号の解析を始めるのは測定時間を長引かせ効率的 トルモニタ192が光信号のスペクトル解析が終わった である。そのかわり、光スペクトルモニタ192は、光 ルの解析が終わったら、データの送出を待たずに、次の なっている。通常、光スペクトルモニタ192において は、光信号のスペクトルの分析とデータの送出とが同じ 位の時間だけかかるので、データの送出を待ってから次 でない。そこで、1×4光スイッチ204を、光スペク 用のOADM装置及びトリピュータリ局からの光信号も 192が高価で、且つ、大型であるため、各所にそれぞ れ散けるのはコスト的にも小型化にも好ましくないから 【0120】1×4光スイッチ204には、逆方向伝送 入力され、順次切り替えて光スペクトルモニタ192に 入力するようにしている。これは、光スペクトルモニタ ち、次の光信号に切り替えるように制御する。 ş 8

ることで、瞬時に所定のRF周波数とパワーを印加する に、AOTF180に印加するRF信号のデータ、スル 一時のRF債号データなど複数のRF債号の印加状態を 蓄積しておく。このROMのデータを用いてAOTF1 内部にROMを持ち、AOTF180がドロップする時 8 0に印加するRF信号の発振周波数の設定値を変更す [0121] なお、OADM装置刷御CPU193は、

[0122] AOTFの全体制御において、動作シーケ

(E8)

を駆動する。AOTF180の動作が安定したら、光受 最初に駆動し、動作が安定したら、次にAOTF180 信器184でドロップ光信号を受信する。次にAOTF 196、200を駆動し、動作が安定したら、光変闘器 ンスは以下のようにする。すなわち、AOTF182を 197を駆動し、アド光信号を送出する。

けて立ち上がるようになる。RF信号の立上げ方として ジタル制御することを考え、50~60msをn(nは 自然数)ステップに分けてRF信号を上昇させるように する。nは、設計時に回路をできるだけ簡単化しながら [0123] 図20は、AOTFへのRF信号の印加の 仕方を説明する図である。AOTFに突然RF信号を印 る。ところで、AOTFはロスが大きいので、通常AO て、AOTFが突然光信号を選択し、光アンプに急に強 度の大きい光が入力されると、光サージ現象が起きてし にいっぱいのパワーまで上げるようにする。 このように すれば、AOTFで選択される光のパワーはRF信号の パワーに一対一に対応するので、光も50~60msか は、アナログ的に滑らかに上昇させる方法もあるが、デ まう。これを防ぐためには、光アンプに入力される光が そこで、RF信号のパワーを50~60msかけて徐々 50~60msの時間をかけて立ち上がる必要がある。 TFの後段に光アンブが挿入される。この構成におい 最適な効果が得られるように設定されるべきものであ 加すると、対応する光信号が突然選択され、出力され

ド/ドロップするチャネルが固定であるため原理的には RF信号周波数を変化する必要がなく、制御が容易であ (波長) 及びドロップするチャネル (波長) を固定して おき、チャネル固定型のOADMとして運用する。この 場合、AOTF10に印加するRF信号周波数「1、「 [0124]以上説明したような、AOTFを用いたO 2、・・・fnを固定することによって実現できる。ア ADMでは、次のようなアップグレードが可能である。 即ち、OADMの初期導入時には、アドするチャネル

9

長多重された光) から選択する波畏をAOTF14でチ れる場合には、AOTF10に印加するRF信号周波数 f 1、f 2、・・・f nを可変にする機能を設けるだけ で実現できる。例えば、図1において、ドロップするチ ャネルを変更する場合には、AOTF10に印加するR F 信号周波数を変更するチャネル (改長) に合わせて変 **更すればよい。また、アドするチャネルを変更する場合** には、LD19、8×8カプラから構成されるレーザバ ューニングすれば良い。この場合は、AOTF14に印 加するRF債号周波数を選択する波長に合わせて変化さ **{0125} 次に、任意のチャネル (波長) をアドノド** ロップする機能を有する任意波長型のOADMが要求さ ンクを設け、8×8カプラから出力されるWDM光(故

特開平11-289296

[0126] このように、AOTF及びレーザバンクを 用いることにより、OADMのハードウェアをほとんど 変更することなく固定改長型から任意改長型へのアップ グレードが可能となる。

る。 AOTFは、ニオブ酸リチウムの基板に同図太線の ように光導波路を形成し、導波路の交叉する部分に偏光 DT (inter digital transducer) と呼ばれる、御を 交互にかみ合わせたような電極に印加される。10Tに ピームスプリッタPBSを散けている。RF倡号は、1 所定の周波数のRF信号が印加されると、弾性表面波 [0127] 図21は、AOTFの構成を示す図であ 2

い改長板のような構造を形成する。SAWガイドは、基 もおよび、屈折率を周期的に変化させて、基板内部に蒋 板表面に貼り付けられた金属膜であり、SAWはこのガ (SAW) が発生し、基板の表面を伝播する。このSA Wが伝播することによる影響は、基板内部の光導波路に イドに沿って進行する。

ドとTMモードとが混在したものであるが、PBS1で 長板の作用により、TEモードとTMモードとが入れ替 わる。従って、PBS2での当該改長の進行方向が変わ り、ドロップ光信号として出力される。一方、SAWと ちょうど相互作用する故長以外の故長の光は、SAWの 影響がランダムに働き、TEモードとTMモードの入れ 換えが超こらない。従って、そのような波長の光は光出 TMモードとTEモードに分かれて別々の導波路を伝播 する。ここで、入力された光信号のうち、SAWとちょ うど相互作用する彼長の光があると、上記した、薄い波 [0128] 光入力から入力される光信号は、TEモー カヘスル一光として出力される。

ているので、SAWと相互作用し、TEモードとTMモ と、PBS1でTEモードとTMモードとに分岐されて 進むが、アド光倡号はドロップ光倡号と同じ改長を有し **ードとが入れ替わって、光出力として送出される。この** [0129] 同様に、同図のアド光信号が入力される ようにして、光信号のアド動作が行われる。

[0130] ところで、ニオブ酸リチウムは、被屈折の 特性を有しているので、TEモードの伝像速度とTMモ モード変換を受けない改長の光は偏波モード分散を受け たまま光出力として送出されてしまう。 一方、モード変 換を受ける被長の光は導波路内でほぼ同じ時間TEモー ドとTMモードでいるので、両方のモードで伝播する光 ど的長さが同じとなり、偏波モード分散は打ち消されて 一ドの伝搬速度は導波路内で異なってしまう。従って、 9

できる。選択特性の波長幅を狭くすることにより、クロ [0131] なお、このようなAOTFにおいては、導 友路のパラメータ (長さ等) を適切に選んでやると、ロ スを小さくしたり、選択特性の波長幅を狭くすることが ストークを小さくすることができる。また、SAWガイ ドを斜めに配置したことによっても、波長選択特性のサ

イドローブを小さくすることができたり、RF債号のパワーが少なくて済むなどの効果が得られる。また、PBSを工夫することにより、ロスの偏波放存性をなくすことができる。

[0132] 図22は、図21のAOTFの透過特性を示した図である。同図には、ドロップボートの波長遊形特性あるいは通過特性を示している。同図に示されるように、サイドローブが多く形成され、単値幅(FWHM)も0.65nmとなっている。従って、図21の構成では、ITU-T G.692で規定される0.8nm回隔のグリッドに配置される波長をクロストークを少くくして、過伏するのは困難である。

【0134】従って、図5~図12で脱明したOADM 数置に使われているAOTFは全て、3段のAOTFをモノリシックに形成し、同一周改数のSAWで改長選択即作を行わせている構成を前提にしている。

[0135] 図24は、AOTFの温度依存性に対する 対応は係を設明する図である。AOTFは温度に斡感で あり、1℃温度が上がると選択改長が0.73nmずれ てしまう。WDMシステムにおいては、0.8nm開稿 で降のチャネルの光信号が気置されていることを考える と、AOTFは温度が1℃上がっただけで、隣のグリッ Fの設長を選択してしまうような特性を有している。彼 って、AOTFをWDMシステムのOADM装置に使用 する場合には、温度変化に対するフィードバックをRF 信号あるいは温度間卸装置にかける必要がある。温度制 即装置を設けてAOTFの温度を一定に保とうとして

も、ベルケェ素子等をAOTFの英面以外に設けてしま えば、温度勾配が生じるために装面の温度を開始する にすることは難しい。また、道接数面の温度を開御する ことも考えられるが、構造上ベルチェ森子等温度を上下 する第子をAOTFの数面に設けることは難しい。また、温度センサもAOTFの数面の温度を正確に割らな ければならないので、従来の温度センサでは、その設置 方法も鍵しい。しかし、SAWがAOTFの数面の温度に一番影響を 受けることから装面の温度を同の方法で正確に領し とものであって、AOTFの数面の温度に一番影響を 受けることから装面の温度を向らかの方法で正確に検出 し、数面の温度に対応した適切なフィードベックをかけ

[0136] そこで、本英語形態では、共展器の発展周波数が組度により酸感に変化することを利用して、AOTFの投画に共振器を作成して安面の温度を測定する。その構成を示したのが、図24である。

[0137] 3段構成のAOTFの機の基板の表面上に 周期A、対数Nの1DTを設け、共展器を構成する。発 傾回路240は、共展器用1DTを発展させるように信 号を送信し、共展器を共振させる。関数数カウンタ24 1は、発展回路240から発展された信号の図波数の

[0138] 図25は、共振器の温度依存性を示す図である。同図によれば、1 DTの周期が20μm、対数が200本の場合、20℃~70℃の広い範囲で、周改数の変化がほぼ直線となっていることが分かる。同図によれば、共毎器の温度係数は、一14.1 kHz/℃である。共展器の周波数はは気回路で検出すれば良いが、通常の共展器の共振周波数を180MHzとして、19ゲートを使用して共振器の共振周波数を計測したとする

2

と、1万分の1の精度で温度を測定できることになる。 [0139] 従って、上配技術によれば、AOTFの装 面温度を非常に精度良く測定することができるので、測 定された共展周波数に基づいて、RF信号の周波数を開 整してやれば、精度の良い透過特性の制御を行うことが [0140] なお、上記では、AOTFの温度変化による選択成長の変化をRF信号の周波数を変えることで補償する点について述べたが、AOTFの温度を制御することによって、選択放長を制御することも可能である。この場合、ベルチェ数子をAOTFの数両に近い位置に配置し、温度を変化させることによって選択放長を制御する。この場合、RF信号で制御するのとは異なり、選択改長全でをスライドするように放長シフトできるのので、結時劣化などによって、選択改長金がずれを起こしている場合などに有効に使用できる。

[0141] 図26、27は、3段構成のAOTFの選択特性の語らぎと語らぎが止対策を説明する図である。図26、27において、AOTFによる避択波長は4つとし、3段構成のAOTFの各段に、同じ周波数成分を持つSAWを発生させて、波長選択させる場合を前段としている。AOTFに生成されるSAWは理想的な正弦遊ではないので、語らぎが生じる。従って、周波数成分にサイドローブが生じ、これにより、選択される波長にクロストークを生じる。AOTFで選択する波長が互い

に離れている場合には、サイドローブが非常に小さくなるので、クロストークの発生は無視できる程度となるが、近いに近接している場合には、クロストークによう。出た、AOTFのSAWは定在弦とはなっておらず、進行波としてAOTF上を進行しているので、光信号にアップラー効果による波長シフトを生じる。そこで、本契施形態では、AOTFに印加するRF信号の位相を制御して、ピート等を打ち消すようにする。図26は、3段構成のAOTFの格段に生じるSAWの位相説がない場合を示している。同図(a)は、4つのティネルを選択するために発生されるSAWが互いに位相違の。となっていることを示している。

[0142] 同図(b)ののは、AOTFの遊択波長特性が時間とともにどのように変化するかを示したものであり、設長特性の縦軸は鎮形スケールである。図は、Oの縦輪をデンベル投示したものである。いずれも横軸は鼓長である。また、Oとのはスルーボート側の波長遊択特性を競形スケールとデジベルスケールで示したもので

20. 143] 同図(b)の①~⑥から明らかなように、 被長辺択特性は、時間が経過するに従い、 組らぎを起こ すことが分かる。この揺らぎは、対応する被長の光信身 をドロップしようとした時、選択波長の光信身のパワー の揺らぎを引き起こす。選択波長の時間の経過に伴う組 らぎの様子を示したのが⑥であり、⑥は、スルーボート 網のドロップされた光波長のスルー側への媚れ具合を示 したものである。

[0144] 同図 (b) から分かるように、3段構成の AOTFに単純に放長選択のためのSAWを発生させた のでは、選択された波長のパワーに揺らぎが生じ、これ が大きくなると強度変調されている光信号のデータを正 [0145] 図27は、AOTFの遺状特性の間らぎを AWの位相を周期的に変えてやる。このように、SAW 坊止する方法を示した図である。同図 (a) に示される ように、本実歯形側では、3段構成のAOTFで4つの チャネルを選択する場合、それぞれを選択するためのS 同図 (b) である。〇一〇に示されるように、故長週択 特性の時間極過による揺らぎが抑圧されているのが分か る。ここで図28と同様に①と②は波長選択特性を縦軸 時間経過による変化を重ね事きし、波長選択特性の縦軸 の位相制御を行った場合の改長選択特性を示したのが、 を楾形スケールに採って示したものであり、ወと倒は、 常に受信側で受信できなくなる可能性を示している。 をデシベルスケールで示したものである。

[0146] ⑤はドロップボートに出力される選択波長のパワーレベルの変化を示した図である。 同図 (b) ののは、図26 (b) ののと比較すれば明らかなように、パワーの語らぎが前圧されていることが分かる。 パワーのレベルはのデジベルから少し下がっているが、これ

作刚平11-289296

8

9

は、ドロップボートに出力される光信号のレベル変化をSAWの位指的がで打ち消すことによって生じたロスである。また、優には、スペーボートの過収数ほ光信号の調力具合を示したものである。

[0147]このように、SAWをAOTFに印加する場合、3段構成の各段に発生するSAWの位旧を即却することによって、ドロップされる光信号のパワーに生じるビートを抑励することができることが分かった。また、スルーボート回でも調れ光が循端に多くなったりすることがなくなり、AOTFの改長選択特性が良くなることが示されている。

[0148]このように、AOTFを単に3段構成にするのみではなく、各段に発生するSAWの位相をRF信号の位相をM脚することによって、投えてやることによって、AOTFの被長が保存をよりプレーンなものとすることができる。従って、AOTFの放長避択時に生じるビートを抑制して、独成変調された光信号をより正確に受信することができるようになる。

[0149] 図28は、AOTF駆動回路の硬^{協構}成を示す第1の例である。AOTF駆動回路を形成するに当たり、RF信号の発展困避数に対応する固定発展周波数の発展器を必要とするだけ用意しておき、これらの発展RF信号を適宜選択してAOTFに加えることにより、AOTFを駆動する方法が1つの駆動回路構成方法であ

[0150] 同図は、チャネル1用に発展器のSC1が 用意され、同様に、チャネル2角に発展器のSC2が、 チャネル3角に発展器のSC3が、単値され、改長分割 多面システムで使用される全てのチャネルに対して、発展器のSCnまで使用される全てのチャネルに対して、発展

8

[0151]これらの発展器OSC1~nは固定内波数発展環であって、これらが発展する信号をディバイグでそれぞれ3つに分割し(AOTFは3段構成で、RF信号を印加すべき1DTが1つのAOTFについて3つあるとしている)、1つは、位相選延無しでカブラに入力される。2つめは、図27 (a)の数にあるように、RF信号に位相選延舎与えるために位相選延節が設けられている。阿図の場合、1つの位相選延節で与える位相選延前には120°となっている。

10152] 発展器のSCIからのRF信号は、ディバイグで分岐された後、ボート1から加力されるれるRF信号は位相違延無しに、カブラに送られ、1段目のAOTF #1に与えられる。ボート2から加力されるRF信号は、120°位相違低を受けた後、カブラに入力され、120°位相違低を受けてからカブラに入力され、300倍は近まるRF信号は、120°の遺転を2回受け、240°位相違低を受けてからカブラに入力され、3段目のAOTF#3に印加される。

[0153] 同様に、チャオル2週択用の発展器OSC 2か5出力されるRF信号は、ディバイダで分割された

ಜ

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

プラに入力され、AOTF#1に印加される。ポート2 て、カプラに入力され、AOTF#2に印加される。ポ 後、ポート1から出力される倡号は位相遅延を受けずカ から出力されるRF信号は、240°の位相遅延を受け ート3からのRF借号は120°の位相遅延を受けて、

れの個号も位相遅延を受けることなく、1~3段のAO 18号はディバイダで分岐された後、ポート1~3のいず [0154] チャネル3用の発仮器OSC3からのRF カプラに入力され、AOTF#3に印加される。 TF#1~#3に印加される。

C3までの位相遅延の仕方を繰り返し、発振器OSCn 【0155】後は、同様に、上配発版器OSC1∼OS までをカプラに結構し、1~3段までのそれぞれのAO TF#1~#3にRF債号が印加される。

はいえず、また、遅延線はRF信号の波形が崩れる恐れ か、遅延線を使用する等が考えられる。ただし、トラン スを使用した場合には、信号を取り出す位置によりイン ピーダンスが異なったりするので、あまり、好ましいと があるので、本実施形態においては、ケーブルを長くす た場合、RF信号が170MH2の場合、120。選延 久点を解消するような方策をとれば、使用することがで [0156] 位相遅延節としては、ケーブルを長くする ることによって位相選延を与えている。 ケーブルを使っ を与えるには、35cm糸分に長くしてやればよく、2 40。遅延を与える場合には、70cm余分に長くして やればよい。ただし、他の方法であっても、それぞれの とか、トランスを散け、個号を取り出す位置を変えると

を示す第2の例である。図28の場合には、どのような [0157] 図29は、AOTFの駆動回路の概略構成 故長の光信号をもドロップすることができるように、各 する光個号の改長が、対応しない発援器は、散けられて チャネル用の発版器を全て用意していたので、ドロップ いるにも関わらず、使用されない状態となってしまう。 つまり、無駄な発展器を用意していることになる。

数を変化させることによって、対応するような回路構成 器をドロップする彼長の数だけ用意しておき、ドロップ する光信号の故長が変わったときには発振器の発振周故 も可能である。このような構成の概略を示したのが同図 [0158] ところで、電気債号の発版器は通常発援周 故数を変えることができるようになっているので、発振

段のAOTFのいずれかに印加するためにディバイダで は8個であると決められているとする。この場合、発版 ハイダによって3つに分核される。このようにして後段 [0159] ここでは、ドロップされる光信号の波長数 器は05C1~05C8の8つのみを散けておく。各発 仮器のSC1~0SC8から出力されるRF信号は、3 三分岐され、三分岐されたRF倡号は、更に後段のディ

C1が#1~#3のAOTFの各段に印加するべき位相 れぞれ位相遅延無し、120。位相遅延、240。位相 塁延の三種類とされて、スイッチに入力される。 スイッ FIL、AOTFで選択すべき故長の数等から発振器OS を選択するためのものである。

切な位相制御を行ったRF債号を印加し、選択された波 [0160] 同図では、発板器OSC1に対応する構成 することにより、各発振器OSC1~OSC8が発援す ~#3に加えることができるので、発援器05C1~0 のみが示されているが、他の発振器OSC2~OSC8 に対応する構成もまったく同じである。このように構成 るRF信号を所望の位相差を付けて各段のAOTF#1 SC8の発振周波数が変わった場合にも、AOTFに適 長の光信号のパワーのピートを平滑化することができ

単位であったが、散計上最も良い位相遅延量を設定す べきであって、本実施形態のように必ずしも120。 に 【0161】また、上記説明では、位相選延量は120 限られたものではない。

システムに適用する光アンプとしては、1.5μm特に (EDFA) が実用段階にある。しかし、現在世界的に ードファイバ (SMF) 伝送路上で1, 5μm帯信号の 高遠伝送を行う場合、あるいは使用改長帯域で分散値が 弊でないnon-zero-dispersion shifted fiber (NZ -DSF) 伝送路を用いる場合、伝送路の改長分散特性 あるいは分散特性と光ファイバ中で発生する非線形効果 の相互作用で伝送波形が強む。WDM伝送システムで分 散特性との相互作用で故形劣化を引き起こす非線形効果 は、伝送故長が1故長の場合にでも発生する自己位相変 闘効果 (SPM) と多波長の場合に発生する相互位相変 関効果 (XPM) の2つである。SPM、XPM共、伝 ステムのシステム散計を説明する図である。WDM伝送 最も普及している既設の1.3μm帯容分散シングルモ [0162] 図30は、OADM装置を含むOADMシ 広い利得帯域を持つエルビウムドープファイバアンプ 送光信号に波長チャープを起こさせるものである。

[0163] これら光ファイバの分散特性に起因する影 このため何らかの方法でこれらの影響を抑圧する必要が **帰け伝送速度、伝送距離を制限する大きな要因となる。**

法(ペースパンド信号の光強度変調成分以外に波長分散 れている。また、送信部で予めプリチャープをかける方 による広がりを抑圧するために光位相または光周改数変 5。分散補償器としては、ファイバグレーティングを用 いたもの、光干渉計を用いたもの、伝送路と逆の分散特 [0164] 抑圧する方法として、伝送路で発生する分 性を持つ光ファイバを用いたもの等様々な方法が提案さ し、全伝送路の分散を小さくする方法が提案されてい 数と逆符号の分散を有する分散補償器を伝送路に挿入

(22)

分散値、非線形係数、非線形効果の効率に大きく影響す れるため、彼長によって伝送ルートが異なる。この場合 これらばらつきが生じた場合でも伝送特性に影響を与え クにおいては、各故長は任意のノードで、分岐、挿入さ [0165] 実システムにおいては、使用する伝送路の ない方法を適用する必要がある。また、光故ネットワー る各波長の伝送路入力光パワー等にばらつきが生じる。 器との組み合わせで行う方法が提案されている。 にでも伝送品質を保持する必要がある。

[0166] 従って、本実施形態では、プリチャープと 分散補償器とを組み合わせ、さらに分散補償機の挿入位 置、分散補償量、送償部でのプリチャープ量(αパラメ 一タ)の最適化により問題を解決する。

分散補償手段の補償量は、例えば、-700ps/nm プ間やOADM装置間等ノード間の伝送路のことをスパ である。また、途中に入れられるノードとしての分散補 のとき、受債邸でのトレランスは±200ps/nmと [0167] 以下に、具体的に脱明する。OADMシス テムは、同図 (a) に示されるように、送信部と受信部 の聞を伝送路で結び、伝送路中に、光アンプや分散補償 送信部は、各電気信号を改長入1~入nまでの光信号に れた光信号がマルチプレクサMUXによって波長多重さ れ送出される。波長多重された光信号は光アンプで増幅 され、分散補償手段によって分散が補償されてから再び 光アンプで増幅されて、伝送路に送出される。伝送路の 分散量を16ps/nm/kmで、80kmで (光アン ンと呼ぶ)、 4スパン (送信局と受信局の間にノードが 3つ入っている構成を示す。同図の場合、ノードとして 2つの光アンプと分散補償手段の組み合わせ2つとOA DM/一ドが1つ入れられている。)の場合、送信部の 償手段の分散補償量は例えば−1200ps/nmであ る。受信部は、光アンプに快まれた分散補償手段と、波 長多重された光信号を分波するデマルチプレクサDMU Xと、分政された政長の光信号を電気信号に変換するO / E装置とからなっている。ここで、受信部の分散補償 手段の補償量は例えば―1200ps/nmである。こ 変換するE/O装置が散けられ、これらによって生成さ 手段、OADMノードが接続された構成となっている。

[0168] このように、各分散補償手段の分散量を設 定してやると80kmを4スパン伝送する波長分割多重 システムにおいては、最適な分散補償をすることができ る。同図(b)は、分散補償手段を構成する場合の光ア ンプとの組み合わせの変形例を示した図である。

信される光信号と同様の分散補償が受けられるように構

\$

ブを散ける。ここで、所定のレベルまで増幅された光信 【0169】同図(b)上段は分散補償手段が非線形効 る。先ず、分散補償手段のロスを補償し、しかも分散補 所定のレベルまで光信号のレベルを増幅する前段光アン **慣手段内で非線形効果が起こらないようにするために、** 果を示しやすく、しかもロスが大きい場合の構成であ

号は、分散補償手段に入力され、分散補償される。分散 補償手段から出力された光信号は、後段の光アンプによ って、例えば80km伝送し、次の光中継器まで光信号 特閒平11-289296 を送信するのに必要なレベルまで増幅される。

した後の光信号のレベルがあまり小さくなっていないの 【0170】同図 (P) 中段は分散補償手段のロスが小 は、増幅されないまま分散補償手段に入力され、分散が 分散補償手段のロスが小さいので、分散補償手段を通過 で、後から光アンプで増幅してもSN比をあまり題くす さい場合に可能な構成である。伝送されてきた光情号 補償されてから、光アンプで増幅される。この場合は、 2

い信号となるが、分散補償手段が非線形効果をあまり示 さないので、非線形効果による波形劣化を招く恐れがほ に光アンプで増幅しているので、分散補貨器を通過した 果をあまり示さない場合に可能な構成である。この場合 には、光アンプで光信号を増幅してから分散補償手段に とんどない。従って、先に光アンプを散けることが可能 である。このとき、分散補償手段のロスが大きくても先 ファイパグレーティングを使ったもののように非線形効 [0171] 一方、同図 (b) 下段は、分散植質手段が 入力している。光アンプで光信号は非常にパワーの大き 後でも十分なSN比を維持することができる。 ន

り大きいと非線形効果を示すので、入力する前には、所 再び遠くまで伝送するために光パワーを雄げてやる必要 【0172】分散補償手段としては、分散補償ファイバ を使うことが一般的であるが、分散補償ファイバは、ロ スが大きく、しかも入力する光倡号のレベルが所定値よ 定値より小さいレベルまで光倡号を増幅し、分散補償後 がある。従って、分散補償ファイバを分散補償手段とし て使用する場合には、同図(b)の上段の構成を使用す るのが好ましい。

り、トリピュータリ局からOADM装置を通って受信部 に送信される光信号は、図30の送信部から受信部に送 プされる光信号に対しては、図30の送信部から受信部 に送信される光信号と同様に分散補償を受けられるよう [0173] 図31は、OADM装置部分の分散補償の ための構成を示す図である。OADM装置では、ドロッ に分散補償器を配償し、トリビュータリ局に送信するよ うにする。一方、アドされる光信号に対しては、やは

た光信号は、図30の伝送路中に設けられる分散植貨手 有する分散補償手段によって分散補償され、OADM装 段の分散補償量と同じ-1200ps/nmの補償量を 置に入力する。 スルーする光信号は、OADM装置がな かったようにそのまま伝送されていく。一方、ドロップ [0174] 同図 (a) では、送信仰から伝送されてき される光倩号も-1200ps/nmの補償を受けて、

ドロップされトリピュータリ局に送信されるので、トリ S

調を意図的に施す方法)、プリチャープと上記分散補償

S

のディバイダによって3つに分けられたRF信号は、そ

9 になる。アドされた後は、他の光信号と同じように分散 ビュータリ局で受信されるときは、図30の送信部から 受けることができる。一方、アドされる光倡与は、アド 受信部にスルーして受信される光信号と同じ分散補償を る分散植質手段が散けられる。従って、トリピュータリ **周からそのまま送出された光僧号は、アドポート側の分** 000 p 8 / n mの補償品を有する分散補償手段に対応す 散加度手段によって、図30の送信師でうける補償に対 応する分敗補債を受けてOADM装置で7 ドされること ボート側に、図30では、送信器に敷けられていたープ 植倒されるので、トリビュータリ局からアドされる光信 **身も、受信呵に送信されるときには、図30の送信部か** 5受信部にスルーして送信される光信号と同様の分散補 値を受けて伝送される。

[0175] このように、OADM装置をスルーする光 信号も、アド・ドロップされる光信号もそれぞれの協局 である。OADM装置の中には、光信号をドロップする に伝送される間に同じような仕方で分散補償されるよう 【0176】同図 (b) は、OADM装置の別の構成例 ためのAOTF等の分岐回路と、光倡号をアドするため の光カプラ、AOTF、あるいは合政器等の抑入回路と ドロップされる光信号も、図30の送信部から受信部に OADM製屋の削段には、補償盘-1200ps/nm ドは光カプラ等で行うという構成をしており、図5~図 の分散補償手段が設けられており、アド側には、一70 に分散補債手段をネットワークに組み込むようにする。 が散けられている、周図(a)で述べたように、アド・ スルーする光信号と同じように分散補償をするために、 (b) の構成は、AOTFをドロップ専用に使用し、ア | 2に示したOADM装置の具体的構成に対応してい Ops/nmの分散補償手段が設けられている。同図

[0177] 図32、33は、送信郎、受信邸、及びO ADM装置のアド回、ドロップ側に設けられる分散補償 年段の構成例を示す図である。送信部、受信部及びOA DM装置のアド個、ドロップ側は、伝送路の経時劣化や **廃損回復による割入れ等により補償量を調整できること** が好ましい。そこで、分散補償手段を補償品の可変な構 成とすることが有力である。

[0178] 図32 (a) は、1~nの補償量の異なる を各分敗補償手段毎に散けておいて、いずれかの分散補 n の異なる補償品を有する分敗補償手段のいずれかを通 分散補償手段(例えば、分散補償ファイバ)を設け、入 力された光信号を光カプラで等しく分岐し、光スイッチ って出力されることになり、母適な分散補償手段を選択 することにより、伝送路の伝送特性の変化に対応するこ 債年段を選択するようにする。従って、光債号は、1~ とができるようになる。

有する分散前債事段を散けると共に、出力側に1×n光 60 回路が形成されているため、後段に設けられている分散 [0179] 図32 (b) は、1~nの異なる柏俊品を

る。入力された光信号は、光カプラで分岐され、全ての スイッチを放けている。このようにすれば、1~nの分 散補償手段それぞれに光スイッチを設ける必要がなくな ×n光スイッチで、段適に分散補償された光信号を選択 分散補償手段に等しく入力され、分散補償されるが、1 して出力するようになっている。

[0180] 図33 (a) は、入力側に1×n光スイッ に分散補償することのできる分散補償手段に光倡号を入 力するように構成されている。1×n光スイッチで光路 チを股け、1~nの分散補償手段のいずれか1つ、最適 が選択された光信号は、対応する分散補償手段を通過し て、光カプラを介して出力される。

【0181】図33 (b) は、光カプラを使用する代わ 入力した光倩号は1×n光スイッチで光路が決定され、 りに1×n光スイッチを使用する構成例を示している。

の1×nスイッチは、光信号が入力された分散補償手段 1~nのいずれかの分散補償年段に入力される。 出力側 からの光信号を通過させるように光路をスイッチング し、光信号を出力させる。

[0182] 図33の構成は、図32の構成に比べ、光 借号のパワーの減少を少なくすることができる。すなわ ち、図32では、入力された光信号は、実際に分散補償 手段に入力されるか否かに限らず、等しく分割されてし まうのでパワーは、分割数分の1となってしまう。しか し、図33の構成では、入力した光信号は1×nスイッ チにより、1~nのいずれかの分散補償手段に全てのパ ワーが送られることになるので、実際には使用されない 光路に光信号のパワーを分割して送出してしまうことが

[0183] 図34~37は、分散補償するための構成 し、あるいは、異なる分散補償ファイバ等の分散補償手 の変形例を示した図である。図34は、光スイッチまた 段を直列に接続し、分散補償手段を複数通過させること により、光信号の分散補償を最適化してやろうというも のである。入力した光信号は、分散補償手段を通過する が、分散補償手段の後段に散けられた光スイッチ341 により、光路が変えられ、光スイッチまたは光カブラ3 40~と送られ、出力される。どの光スイッチで光路が 切りかえられるかにより、通過する分散補償手段の数が は、光カプラ340を使用した例であり、補償量が同 異なるので、補償される分散の最も異なってくる。

[0184] 図35は、迂回路を作って、光信号が通過 直列に接続されている分散補償手段のそれぞれの前段に は、光スイッチ350が設けられており、各光スイッチ の大段の分散補償手段を光信号に通過させるか否かが決 定できるようになっている。同図の構成の場合には、迂 入力した光信号は、光スイッチ350によって次段の分 敗補償手段を迂回するか通過するかが切り換えられる。 する分散補償手段の数や種類を変えてやる構成である。

補償手段に光信号を通過させるのに、前段の分散補償年 段を通過させる必要がないので、分散補償手段によって [0185] 図36は、図34の変形例である。各分散 補償する分散補償品の大小をより自由に股定できる。

により、最も良く分散補償された光倡母を光スイッチ虫 たは光カブラ361に送ることができる。光スイッチま り、光信号が分岐されるようになっている。この構成に よれば、同構成で可能な分散補償量の種類を受けた全て の光信号が、それぞれの光スイッチ360まで送られて きており、光スイッチ360の内1つを聞いてやること たは光カプラ361からは、このようにして選択された る。ただし、この構成では、光信号が光スイッチまたは 光カプラ361に送られるか否かに関わらず、光カプラ 手段に入力される光信号ほどパワーが小さくなってしま 3 8 2 によって分岐されてしまうので、後段の分散補償 価償手段の後段には、光カブラ362が設けられてお **敬も良く分散補償された光信号を送出することができ** うという性質がある。

各分散補債手段の後段には光カプラ370が設けられて おり、各分散補償手段によって分散補償された光倡身が 光スイッチ371に入力される。光スイッチはさまざま な分散補償を受けた光倡号のうち母も良く分散補償され は、分散補償手段を順次通過するうちに、その後段の光。 カブラ370で分岐されてしまうことにより、パワーが [0187] 図38、39は、分散補償と波形劣化特性 [0186] 図37は、図36の更なる変形例である。 た光信号を踏択して出力する。この場合にも、光信号 小さくなってしまうという性質を持っている。

8 波多重した場合において、80 kmを4スパン伝送し 30 たときの波形劣化を示している。伝送路(シングルモー) ドファイバ;SMF)への入力光パワーは1チャネル当 アイパを使用せず、中継器と受信局で同じ大きさの分散 たり平均で+10dBm、送信局側でαパラメータ=-1のブリチャーブを行っており、送信局では分散補償フ [0188] 151劣化とは符号関于渉による劣化量の ことであり、信号の損幅方向の劣化を扱している。18 について示した図である。図38は、10Gbpsで、 補償量を持つ分散補償ファイバで分散補償している。

1 劣化は、0 %に近いほど良い。位相マージンは、光信 号のオン/オフパターンの時間方向のずれの虽など、光 借号の位相方向の劣化量を数すものであり、100%に 化が10%、位相マージンが70%であるとする。 周図 の上から突出しているグラフの1 S 1 劣化が1 0 %であ [0189] 今、光信号の劣化品の許容範囲を151劣 とが分かる。一方、同図の下から突出しているグラフの る部分で持つ幅が、いずれのチャネルに対してもほぼ1 000~1200ps/nm/unitの範囲にあるこ 近いほうが良い。

(54)

特伽平11-289298

nitの範囲であることが分かる。

【0190】上配両者の範囲の重なった部分が、分敗植 位田のトレランスである。このトレランスが広いほうが 図39は、図38の条件において、送信局で受信周と同 は、送信局でαパラメータ=+1のプリチャープを行っ じ畳の分散補償をしており、中機器は送傷周や受信周の 分散補償量の2倍の分散を行っている。また、送信周で 良いのであるが、同図では、非常に扱いことが分かる。

[0191] 同図ではトレランスの広がりがわかりにく いが、送信仰で分散値値を行うとともに、ロバラメータ が正のブリチャーブを行うことによって、分散トレラン スを広くすることができる。

[0192] これをわかりやすく示したのが図40であ る。図40は、位相マージンが70%以上である場合の 分散トレランスを示した囚である。

合を示す。同図は、10Gbpsの伝送温度で、16故 [0193] 同図 (a) は、送信回でaパラメータ=+ 送信側でロパラメータロー1のプリチャープを行った場 グラフの上方に位相マージンが70%以上を満たす上限 1のブリチャーブを行った場合を示し、同図(b)は、 改長多重し、4スパン伝送したものである。同図では、 が示されており、グラフの下方に下限が示されている。 この上限と下限の間が分散トレランスである。同図 20

(b) のように、送信回で角のプリチャープを行った場 合には、上限と下限がほとんどくっついてしまい、トレ し、周図(a)のように、送信伽で正のブリチャーブを 行った場合には、上限と下限に幅があり、分散トレラン スが大きく取れることが分かる。分散トレランスが大き いということは、中雄器 (インラインアンプ) の分散補 貸品を一定に保っていても、伝送路のスパンの長さの変 ることを示している。これは、光信号の分岐、仰入や値 化によらず同じ伝送特性で光信身を伝送することができ しまったり、伝送路劣化により伝送路の長さは同じでも 光信号の殴じる光路段が長くなってしまったりした場合 こもインラインアンプの分散補償量を変えずに済む許容 **奴時の割入れ等によって、伍送路のスパン及が変わって** 臣が大きいということであり、実際のシステムを構築す ランスがほとんどないことが示されている。これに対

クを構築する際に必要とされる冗長構成 (パスプロテク ション) の構成例を説明する。図41は、2ファイバB [0194] 以下に、OADM装置を使ってネットワー LSRのOADMノードの構成を示した図である。

る上で有利になる。

[0195] 同図では、32波を多皿する改良分割多瓜 ソステムを前段に脱明する。 BLSRでは、2ファイバ で上り伝送路と下り伝送路の冗異化を行うため、被長チ ナネルの半分を現用 (Work) 、残り半分を予備 (Protoc の通信には、故長21~216を現用として使用し、東 tion) として使用する。例えば、同図では、斑から取へ

> 位相マージンが70%である部分の幅が、いずれのチャ ネルに対してもほぼ1150~1300ps/nm/u

から西への通債には、故長117~132を現用として

を通って、西側に送出される。 なお、波長 11~ 116 と波長ス17~132は、それぞれ同じ情報を常に運ん [0196] 正常時は、西から来た光信号は、1×2カ 波長11~116までを現用として使用している波長A dd/Drop部412に入力される。 波長Add/D r o p 部 4 1 2 から出力される光信号は、光ループバッ クスイッチ41.3を通って1×2カプラ414を介して 伝送路に送出される。同様に、東から西に光信号を送信 する場合には、1×2カプラ419から光ルーブバック スイッチ418を介して波艮Add/Drop部417 に入力される。彼長Add/Drop部417では、改 長117~132を現用として使用している。 政長Ad d/Drop師417から送出される光信号は、光ルー プパックスイッチ416を介して、1×2カプラ415 プラ410から光ループパックスイッチ411を通り、

ル切断が起こり、西側へ光信号を送信できない、あるい が切り換えられ、1×2カプラ414から東側へ送出さ 光ループバックスイッチ411は、西側からのパスを切 斯し、1×2カプラ419からの光信号を改長Add/ Drop都412は、故長11~116の光信号を現用 2カプラ414を介して東側へ送出する。1×2カプラ ッチ418を介して波艮Add/Drop部417に入 された光倩号は、光ループパックスイッチ416で光路 は、西側から光信号を受信できなくなったとすると、東 国から送られてくる波長 11~116の予備回線が波長 部417の現用装置により処理されるようになる。すな わち、東側から送られてきた光信号は、1×2カプラ4 の装置で処理し、光ループパックスイッチ413と1× 419からのもう一方の光信号は、光ループパックスイ て、出力する。 淡長Add/Drop部417から出力 改長117~132の現用回線が改長Add/Drop Drop部412に送信するようにする。 波長Add/ [0197] ここで、図42に示すように西側にケーブ Add/Drop部412の現用装置により処理され、 に、光ルーブパックスイッチ411にも送られている。 19で光ループバックスイッチ418に送られると共 **力され、波長117~132までを現用装置で処理し**

[0198] 図43に示すように、東側にケーブル切断 が生じた場合は、上記説明と同じであって、ただし、光 ループパックスイッチ418が上記説明の光ループパッ 413が上記説明の光ループパックスイッチ416の動 クスイッチ411の動作をし、光ループパックスイッチ 作をするようになる。

長Add/Drop部417では、現用と予備を入れ換 12で現用として使う故長と予備として使う故長とを故 [0199] 同図のように、波艮Add/Drop部4

身の折り返しが必要になった場合に、光信号の波長変換 えて使用することにより、ケーブル切断が生じて、光信 を行う必要がなくなる。従って、装置の構成を簡単化で き、コストの低減に寄与するところが大きい。

[0200] 同図のような装置構成は、BLSR (Bidi rectional Line Switch Ring)という名前が示すよ うに、リング状のネットワーク (図44、45参照) に

グネットワークの構成を示す図である。この場合OAD MノードAでは、図42のようにルーブバックスイッチ 411、416が切り替わる。また、OADM/一ドD 【0201】図44は、正常時のリングネットワークを 示す。OADM/ードA、B、C、Dは図41にて説明 したOADMノードと同一の状態にある。図45はOA DMノードAの西側で光ケーブル断が生じた場合のリン では、図43に示すようにループバックスイッチ41 3、418が切り替わる。

が設けられ、東側から西側へ向かう回線には、現用の嵌 り、例えば、32波のチャネルを現用と予備に分ける必 要はなく、32波すべてを現用として使用することがで ノードの構成を示す図である。4ファイバBLSRにお 西側から東側へ向かう回線には、現用の破長 A d //D op部432が設けられている。また、4ファイバBL [0202] 図46は、4ファイバBLSRのOADM r o p 部423と予備の改長Add/Drop部424 長Add/Drop部431と予備の波長Add/Dr いては、波長Add/Drop部も2重化されており、 SRにおいては、伝送路も現用と予備が設けられてお

ションスイッチ425に入力する。光1+1プロテクシ ョンスイッチ425では、現用回線と予備回線の切り替 えを行う。一般に、現用の液長Add/Drop酢42 【0203】1+1プロテクションにおいては、現用伝 送路と予備伝送路に常に同じ情報が疏されている。通常 動作では、西側から入力された光信号は、光ループパッ + 1 プロテクションスイッチ425から出力された光信 号は、それぞれ現用の波長Add/Drop部423あ クスイッチ426、427を通過し、光1+1プロテク 3には、SN比の良い回線の光信号が入力される。光1 るいは予備の波長Add/Drop部424に入力さ

22では、現用と予備の切り替えが行われ、出力された 光信号は、光ループパックスイッチ420、421を介 れ、処理された後、光1+1プロテクションスイッチ4 22に入力される。光1+1プロデクションスイッチ4 して東側へ送出される。

d/Drop郜431及び予備改長Add/Drop郜 ブパックスイッチ434、435及び光1+1プロテク ションスイッチ433を介して、それぞれ現用波長Ad 432に入力されて、処理される。現用及び予備の波長 [0.204] 東側から西側へ送られる光信号は、光ルー

Add/Drop部431、432から出力された光信 プパックスイッチ428、429を介して西側へ送出さ 身は、光1+1プロテクションスイッチ430、光ルー

ロテクションスイッチ425を介して現用の波長Add **艮Add/Drop**節423から出力されると、光1+ 回線から入力された光倡号は、西側のケーブル切断等に スイッチ426は、転送されてきた光信号を光1+1プ /Drop師423に入力する。この光信号が現用の改 [0205] 図46のOADM/ードによりリングネッ トワークを構成した場合の例を図47に示す。図46の ノードの西側のケーブルがすべて切断などにより使用で きなくなった場合には、このノードで折り返し転送が行 われる。東側の現用回線から入力した光信号は、そのま 現用の波長Add/Drop部431から出力された光 間号は、光1+1プロテクションスイッチを介して光ル ープバックスイッチ428に入力されるが、西側へは送 予備回線を使って東側へ送信される。 一方、東側の予備 より、光ループパックスイッチ435によって、光ルー プパックスイッチ426に転送される。 光ループパック 1 プロテクションスイッチ422、光ループパックスイ 生現用の波長 Add/Drop部431に入力される。 信されず、光ルーブパックスイッチ421~転送され、 ッチ420を介して東側へ現用回線を使って送信され

420が、光ルーブバックスイッチ435と426の駒 パックスイッチ428の動作を光ルーブパックスイッチ [0206] 図48のOADM/ードAの動作が以上の 説明に対応する。東側のケーブルがすべて使えなくなっ た場合は、上記説明と同様であって、ただし、光ルーブ 作を光ループパックスイッチ427と434が行う。

説明に対応する。4ファイバBLSRでは、現用の改長 ても対応することができる。例えば、図49に示すよう に、現用の波長Add/Drop部423が故障し、西 側へ向かう現用回線が同時に切断されたとする。このと きは、東側の現用回線から入力された光信号は、現用の 改長Add/Drop部431を介して光1+1プロテ れ、光ループパックスイッチ429を介して西側へ送出 +1プロテクションスイッチ422によって、光ルーブ パックスイッチ420に送られ、現用回線を使って、東 [0201] 図48のOADM/-ドDの動作が以上の は、光1+1プロテクションスイッチ425℃予儲の設 長Add/Drop餠424に送られる。予備の被長A dd/Drop部424から送出された光信号は、光1 Add/Drop部の故障と伝送路の切断が同時に起き クションスイッチ430でパスが予備側に切り換えら される。一方、西伽の現用回線から入力された光信号

20 なった、あるいは、現用の改長Add/Drop部が使 [0208] このように、伝送路の現用回線が使えなく

梅開平11-289296

(36)

えなくなった場合には、光1+1プロテクションスイッ チ430が現用と予備を切り替えて障害を克限する。

光信号は、BD-WDMカプラ440で分岐され、光ル ープパックスイッチ442を介して現用波長Add/D r o p 部のうち、被長117~132を扱う(被艮多重 信号は光ループパックスイッチ446を介してBD-W DMカプラ447に入力され、現用回線を使用して西卿 **庁うシステムにおける2ファイバBLSRのノード構成** で、BD-WDMカプラとは、Bi-Directional-WDM カプラという意味である。装置444から出力された光 に送出される。一方、現用回線を介して西側から入力し た波長11~116の光信号は、光ループパックスイッ 波長11~116を扱う装置443に入力される。 装置 443から出力される光信号は、光ループパックスイッ [0209] 図50は、1つのファイバで両方向伝送を である。同図の構成では、現用回線の東側から入力した 数を32と仮定している)装置444に入力する。ここ チ445を介して現用の波長Add/Drop酢の内、 2

[0210] このように、1つのファイバで両方向伝送 116とし、東から西に向かう信号を改長117~13 を行う場合は、互いに逆方向に伝播する光信号の干渉が 例えば、同図では、西から東へ向かう倡号を改長11~ 大きくならないように、異なる改長を使うようにする。 光信号と合波されて現用回線を東向きに伝送される。 2としている。

チュ41を介してBD-WDMカプラ440で西向きの

ಽ

[0211] 通常時における予備側の動作は、現用側の すなわち、西から東へ向かう光信号の故長は117~1 32であり、東から西へ向かう光信号の故長は11~1 動作と同じであるが、使用される改長が異なっている。

16となっている。

ಜ

Drop部の改長11~116を処理する装價443に する。すると、故長11~116の光信号は、東側から れ、光ループパックスイッチ450を介して光ループパ プパックスイッチ441を介してBD-WDMカプラ4 ドの西側の伝送路が現用も予備も使用できなくなったと 予備回線を使って、B D-W DMカプラ448に入力さ ックスイッチ445に転送される。光ルーブパックスイ [0212] ここで、図51に示すようにOADM/ー ッチ445は、転送された光俏号を現用の波長Add/ 入力する。装置443から出力された光信号は、光ルー 40に入力され、東側へ現用回線を使用して伝送され Ş

の光信号は、光ループパックスイッチ442を介して装 【0213】一方、東側から現用回線を使ってBD-W された光信身は、光ループパックスイッチ446で、光 カプラ448を介して、予備回線を使って東側へ送出さ DMカプラ440に入力した、改長117~132まで 置444に入力され、処理される。装置444から出力 ループバックスイッチ449に転送され、BD-WDM

ය

[0214]また、図52に示すようにOADM/ード の東側の伝送路が現用、予備共に使えなくなった場合に ド、 光ルーブパックスイッチ446と449の助作を光 は、上記と動作は同じであるが、光ループパックスイッ チ450の動作を光ループパックスイッチ453が行 ループパックスイッチ441と453が行う。

た、図54は、OADMノードAの西側でケーブル断が {0215} 図53は、図50のOADM/一ドを用い ードAでは、図51と同様にループパックスイッチ44 — ドDでは図52と同様に、ループバックスイッチ44 生じた場合の例を示す図である。この場合、OADMノ 5、446、449、450が助作し、またOADM/ てリングネットワークを構成した場合の図である。 ま 1、442、453、454が助作する。

[0216] なお、図41☆図63において説明したえ 1~ 3 3 2 の光信号は、北米 S O N E T O C 一 1 9 2 XはOC-48、OC-12 毎に対応したソレー4構成 在有十名。

[0217] 図55は、光1+1プロテクションスイッ 1プロテクションスイッチによって冗長化がなされてい チの梢成倒を示した図である。OADMノードは光1+ るが、光1+1プロテクションスイッチが故障した場合 には、冗異化が協値しなくなるので、光1+1プロテク ションスイッチそのものも冗長化しておくのが好まし

チ462~465を通過した光信号は、2×1カプラ4 [0218] 入力側から入力された光信号は、2×1カ プラ460、461によってそれぞれ2分岐され、ゲー 66、467から出力側に出力される。2×1カプラ4 トスイッチ462~466に入力される。 ゲートスイッ 66と467の内、いずれかが核障した場合には、ゲー て、光信号を送り出すようにする。また、2×1カプラ 460、461のいずれか一方が故障した場合には、ゲ 3、465のいずれかを聞いた状態にし、もう一方を関 トスイッチ462、463か、ゲートスイッチ464、 465のいずれかを聞いた状態にし、もう一方を閉じ ートスイッチ462、464か、ゲートスイッチ46 じて、光信号を送出するようにする。

[0219] このように、ゲートスイッチ462~46 61、466、467のいずれかが故障しても対応する 5を切り替えることによって、2×1カプラ460、4 ことができる。

[0220] 図56は、光伝送路において、再生器をど ンプ470-1~470-4が設けられ、これら光アン る。同図(a)に示されるように、光伝送路には、光ア ブ470-1~470-4を所定数中格した後再生器4 のように仰入するかに関する考え方を説明する図であ 71で光信号の再生を行う。

20 【0221】同図 (b) には、光アンプ470−1~4

70-4を中継される間の光信号のレベルの変化とSN 光の劣化の様子を示している。同図(b)に示されるよ 4 でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するに従って蔵養 するということを繰り返している。従って、光倡号のレ を配置しておけばよい。しかし、同図(b)のSN比の E (Amplified Spontaneous Emission) というノイズ が積み重ねられていくので、SN比は徐々に悪化してい うに、光信号のレベルは光アンプ410-1~470-グラフに示されるように、光アンプでは、光信号にAS く。SN比の劣化は、劣化すればするほど悪化の仕方か ペルのみに着目すれば、伝送路に適当な間隔で光アンプ 小さくなっていくが、そのような状態になると光信号の **情報を正確に筋み取ることができなくなってしまう。従** 使って光俏号の再生を行わなくてはならない。 再生器4 って、SN比が碼くなりきらない内に、再生器471を 71は、受債した故長多重された光信号を各政長に分故 し、各嵌長毎に光受信器ORで光受信し、3R処理を行 って塩気信号を生成し、この亀気信号で光送信器OSで 光信号に変換して送出する。各波長毎に再生された光信 身は互いに合波されて改畏多重光信号として伝送路に再 び送出される。

直線型のネッドワークでは、所定数の光アンプを通過し が、リングネットワークであって、しかも冗長化がなさ れている場合には、予備のパスが使用された場合におい ても、所定数の光アンプを通過したら再生器を設けるよ 予備のパスを使用した場合には上手く行かない場合が生 じる。従って、5つの以下の光アンプ、例えば、3つを 早めに光信号を再生することになり、また、高価で構成 の複雑な再生器をより多くネットワークに組み込むこと になるが、これは、ネットワークのパフォーマンスとコ 【0222】このような再生器471を設ける方法は、 たら、そこに再生器471を設けるようにすればよい うに、再生器の配置を最適化する必要がある。一般に、 5つ光アンブを通過した後、再生器を入れるとすると、 通過したら再生器を入れるようにする。これによれば、 ストを鑑みて最適化されるべきものである。 0223

【発明の効果】本発明によれば、回路構成が簡単で、安 価な任意政長型OADM装置及びシステムを構築するこ とができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】AOTFを用いたOADM装置の基本的原理を [図2] 実際のAOTFを使用してOADM装置を構成 示す図である。

|図3| AOTFを使ったプロードキャスト対応のOA 【図4】OADM装置内のAOTF及び伝送路の冗長構 する場合の基本的構成例のプロック図である。 DM装匠の構成例を示すプロック図である。

[図5] AOTFを使用したOADM装置の具体的構成

並を示す原理的図である。

の第1の例を示す図 (その1) である。

[図6] AOTFを使用したOADM装置の具体的構成 の第1の例を示す図 (その2) である。

[図7] AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成 【図8】AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成 の第2の例を示す図(その1)である。

[図9] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の の第2の例を示す図 (その2) である。

[図10] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 第3の例を示す図(その1)である。

の第3の例を示す図(その2)である。

[図11] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 [図12] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 の第4の例を示す図(その1)である。

【図13】アド光信号を生成するための光を供給するた めに使用されるレーザパンクの構成及び概念を説明する の第4の例を示す図 (その2) である。

【図14】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 制御方法を脱明する図(その1)である。

8

【図15】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 【図16】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 制御方法を説明する図(その2)である。

【図17】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 引御方法を脱明する図 (その3) である。 則御方法を説明する図(その4)である。

【図18】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 【図19】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 制御方法を説明する図(その5)である。

[図20] OADM装置におけるドロップ用AOTFの [図22] 図21のAOTFの透過特性を示した図であ [図21] AOTFの構成を示す図である。 制御方法を説明する図 (その1) である。 制御方法を脱明する図 (その6) である。

[図23] 図21のAOTFを3段モノリシックに基板 上に構成し、同一周故数のSAWで破長避択した場合の 放長選択特性である。

[図24] AOTFの温度依存性に対する対応技術を脱 明する図である。

[図26] 3段構成のAOTFの週状特性の個らぎと個 【図27】 3段構成のAOTFの選択特性の揺らぎと揺 【図25】 共振器の温度依存性を示す図である。 らぎ防止対策を脱明する図(その1)である。 らぎ防止対策を脱明する図(その2)である。

[図28] AOTF駆助回路の概略構成を示す第1の例 [図2:9] AOTFの駆動回路の概略構成を示す第2の を示す図である。

【図30】OADM装置を含むOADMシステムのシス 別を示す図である。

テム股計を説明する図である。

特閒平11-289296

(28)

[図31] OADM装配部分の分散補償のための構成を

側、ドロップ側に散けられる分散補償手段の構成例を示 [図32] 送信郎、受信郎、及びOADM装屋のアド す図 (その1) である。

則、ドロップ側に設けられる分散補償手段の構成例を示 [図33] 送信師、受信部、及びOADM装置のアド す図 (その2) である。

[図34] 分散補償するための構成の変形例を示した図 [図35] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その1) である。 2

[図36] 分散制値するための構成の変形例を示した図 (その2) である。 (その3) である。

[図37] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その4) である。

[図38] 分散補償と改形劣化特性について示した図 [図39] 分散補償と改形劣化特性について示した図 (to1) tb5.

[図40] 位相マージンが70%以上である場合の分散 トレランスを示した図である。 (£02) rb5.

[図41] 2ファイバBLSRのOADMノードの構成 を示した図である。

[図42] 2ファイバBLSRのOADM/ードのプロ

[図43] 2ファイバBLSRのOADMノードのプロ テクションパスを説明する図 (その2) である。 テクションパスを説明する図 (その1) である。

[図44] OADMノードを備えた2ファイバ日LSR [図45] OADMノードを備えた2ファイバBLSR ネットワークの光ケーブル斯線時の構成を説明する図で ネットワークの正常時の構成を説明する図である。

[図46] 4ファイバBLSRのOADMノードの構成 を示す図である。

[図41] OADMノードを備えた4ファイバBLSR ネットワークの正常時の桐成を説明する図である,

[図48] OADMノードを備えた4ファイパBLSR ネットワークの光ケーブル斯線時の構成を説明する図で [図49] OADMノードを備えた4ファイバBLSR ネットワークのノード障害・光ケーブル斯線時の構成を 説明する図である。 【図50】 1つのファイパで両方向伝送を行うシステム における2ファイバBLSRのノード構成である。

[図51] 2ファイバBLSRネットワークに双方向の A DMノードを適用した場合のプロテクションパスを配 明する図 (その1) である。

[図52] 2ファイパBLSRネットワークに双方向O

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

		į	[[图]]		AOTF E用UR OADM说 国の老本的原始目示了区				LI I	_		24) C	_	110		<u>a</u> -	-12 -12 -13		pp	91		190 Y		the second	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	A damu									
(29) 湖平11-289296	99	135 外的変調器	138 合政器	141 RF信号発振器	144、184 光受信器	183 10:1光カプラ	185、198 フォトダイオード (PD)	186、203 トラッキング回路	193 OADM装置制御CPU	. 204 1×4光スイッチ	10 240 発振回路	241 周汝数カウンタ	2.4.2 駆動回路	340、361 光スイッチまたは光カプラ	341、350、360、371 光スイッチ	362、370 光カプラ	410, 414, 415, 419 1×2177	411, 413, 416, 418, 420, 421, 4	26, 427, 428, 429, 434, 435, 44	1,442,445,446,449,450,45	20 3、454 光ループバックスイッチ	412、417 OADM装置	422, 425, 430, 433 光1+1プロテ	クションスイッチ	423,431,443,444 OADM装置	(現用)	424、432、451、452 OADM装置	(予益)	440, 447, 448, 455 BD-WDMD	7.7	30 460, 461, 466, 467 2×1177	462~465 V-174vF	470-1~470-4 光アンプ	471 再生器		
(2	55	ADMノードを適用した場合のプロテクションパスを説	明する図 (その2) である。	[図53] 双方向OADMノードを備えた2ファイバB	LSRネットワークの正常時の構成を説明する図であ	5.	「図54】双方向OADMノードを備えた2ファイバB	LSRネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明す	る図である。	[図55] 光1+1プロテクションスイッチの構成例を		[図56] 光伝送路において、再生器をどのように挿入	するかに関する考え方を説明する図である。	[図51] 光スイッチを用いた光ADM (OADM) 装	国の構成の一何を示した因である。	【符号の説明】	10, 13, 14, 31, 32, 42, 43, 140,		(S.	11, 12 8×1177	, 21, 30, 34, 40, 45, 136,	137 光アンプ	16、50、197 (光) 変調器	17 电気ADM	18 8×8カプラ	19、139 レーザダイオード	33, 35, 36, 41, 44, 46, 47, 142,	181, 190, 191, 194, 195, 199, 2	0.1 光カプラ	37、48、49 故長選択フィルタ (AOTF)	1×2×イッチ	130, 202 レーザベンク	131 分配器		133、192 (光) スペクトルモニタ	

110A

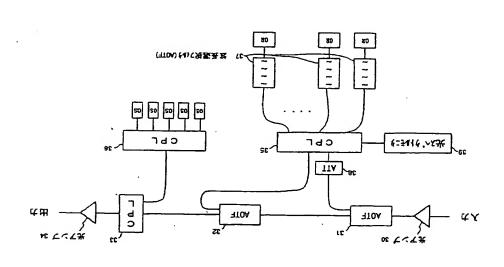
特開平11-289296

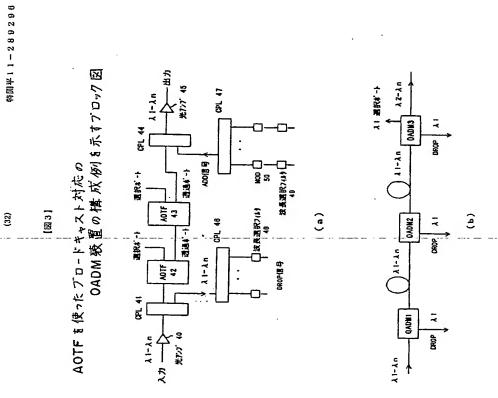
(30)

[図14]

OADM 装置にかけるドロップ用AOTF の 制盤な法を説明する図 (101)

構成する場合の基本的構成例のブロック図 実際のAOTFを使用LT OADM装置を





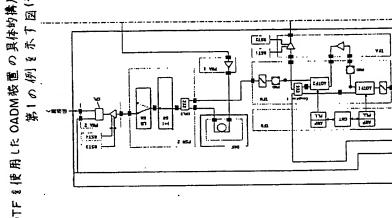
期平11-289296

(33)

[図21]

[図4]





AOTFの構成15十図 Fai Xqoid 474 Г!ИРО 7 F# WAS 1X2SW 61 1XZSW 63 OADM卷置内のAOTF AU 伝送路の 冗長構成も示す原理図 ADD用 各項報 AOTF (P) 7 MOAOTF (a) 現用のAOTF A0TF AOTF 1X25W 82 1XZSW 60 ↑ 超短

(BP)

BZIの AOTFの処遇特性も示し6回

[図22]

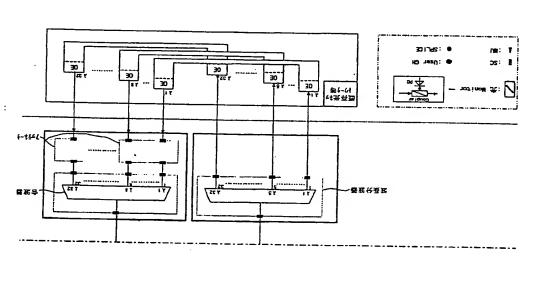
多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

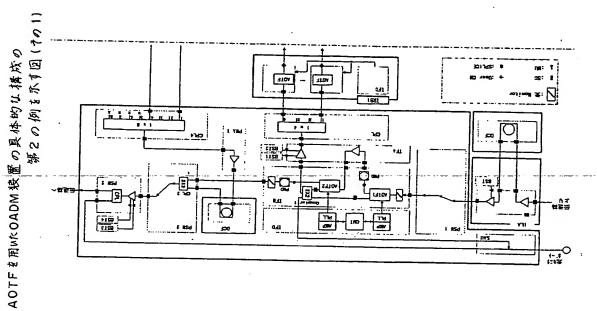
特別平11-289296

(36)

[図]

AOTFを使用UKOADM装置の具体的構成の 第1の 例を示す図 (105)





多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

(37)

用平11-289296

(38)

[6図]

AOTFを使水OADM装置の具体的構成の第3の例を示す図 (401)

第2の何を示す図 (3の2)

Transponder with A conv Ed

92 KF

ZXI

AOTFをAveoADM後置の具体的な構成の

[图8]

Ş

1 a 8 Coupler

هن الهن

THO ITYS

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

いえた)教授学

(a) Hend

特周平11-289296

(40)

AOTF を使った OADM 按 置の具体 的構成の

[図11]

第4の例を示す図

(101)

AOTEを使たOADM装置の具体的構成の第3の例も示す図

(302) P-31.0V E310V

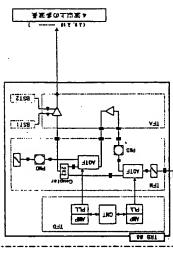
たて書き MYDOTE 点 (お屋壁)

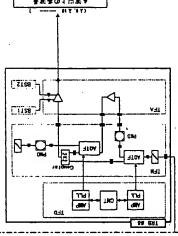
[188]

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

用平11-289296

(<u>£</u>)





(D主張 P) 長座者 ADTF 8-11 T M =170A 310A

副是宏本基

CCTX+

138

:

131

310A

長記草

пĄ

έY

7 Y J

136 4. 44 1—4.

[图13]

使用されるレーザバンクの構成及の概念を説明も図 アド光信号な生成するための光を供給するために

器驅変暗代

132

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

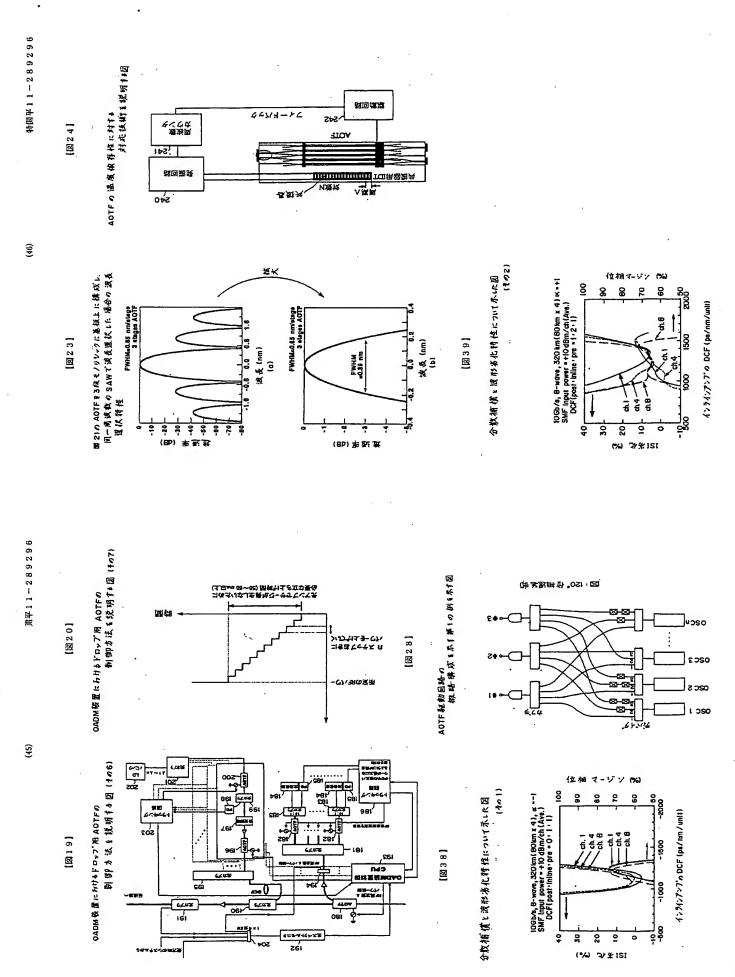
多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

કે છે

0.181 (2000) 0.181 (0.08)

=

四 120. 化相阻比秒



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

[図34]

分散補償tokwの構成の裏形例も示した囚 (4の2)

[図35]

(101)

分散補償すれかの構成の変形例まれた回

承1图(102)

示す回(4の!)

送信却, 受信部, ACOADM 袋屋のアド側, ドロップ側に投けられる分散補(賞予収の構成例を

[図32]

送信却、父信部、AV OADM 坂屋の7ド側、 ドロップ側に収けられる分散補償す役の構成例:

[図33]

1] 340

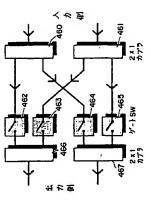
岩丰加計造台

さてたがはにまるでトスメ IR +4 1-7X

码手**加**替货币

[図55]

光1+1プロテクションスイッチの構成例を示した図



(D) (P) 外表前、标准合 £.44*

(0) (P) 好看加耐煤仓 **经干部新拜仓** €£4¥

用平11-289296

(49)

多機能印刷 Fine Print 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

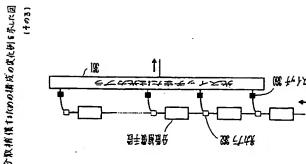
2 ファイバ BLSRの OADM/-ドの様成 B ホレR 図

MEST

[341]

分散補償すれのの構成の変化例も形に区図

[国37]



男手動鮮遊位

OR FTAX

(Q) (0) (Km) メン,ハ (大田) 0> インラインアンプのDCF (ps/nm/km) インラインアンプ。のDCF (ps/nm/km)

OVDWEE 415

216

TSA3

015

T2A3

光ケ-7ル断 称時の構成目説明1→図 OADM ノ-ド g 協 たた 4 ファイバ BLSR キットワークの

OADM/-F & 構えた47-1/18LSRのキットワーの /-F 障害・老ゲーブルが保持の構成を促現16図

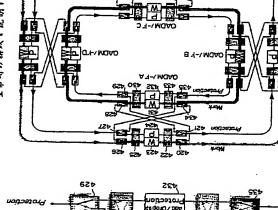
[図49]

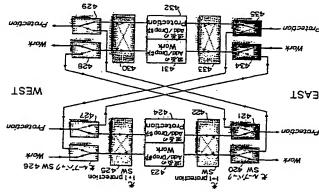
界平11-289296

[🖾 4 7]

47×4/ BLSR DOADM/-ドの構成を示す図

[846]





100 MS

4,44 MOM -08

(작전: 110W (주 q0NJ \bbA. 도수수,

€.C MOM-C

OADM

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

中奈川県川崎市中原区、上小田中4丁目1番

中沢 忠雄

(72) 発明者

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

(72)発明者 大塚 和惠

1号 富士通株式会社内

甲斐 雄高

(72) 発明者

<u>.</u>

1号 富士道株式会社内

近间 阿英

(72) 発明者

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

种药川県川崎市中原区上小田中4丁自1番

1 身 富土通株式会社内

E YDR 1 20 80 E0 器或代合 モビトス光 (BranchB) HJF, 1-4명

特別平11-289296